

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

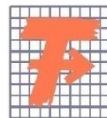
**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**LIBEREC 2009**

**EVA BEZDĚKOVÁ**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3107R007 Textilní marketing

**BIODEGRADABILNÍ POLYMERY JAKO  
ALTERNATIVA K NÁNOSOVÁNÍ TEXTILIÍ  
PRO REKLAMNÍ TISK**

**BIODEGRADABLE POLYMERS AS AN  
ALTERNATIVE COATING FOR TEXTILE  
ADVERTISING**

Eva Bezděková

KHT-poř. č. 663

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Larisa Očeretna

**Rozsah práce:**

Počet stran textu .....31

Počet obrázků .....15

Počet tabulek .....3

Počet stran příloh.....9

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva BEZDĚKOVÁ**

Studijní program: **B3107 Textil**

Studijní obor: **Textilní marketing**

Název tématu: **Biodegradabilní polymery jako alternativa k nánosování textilií pro reklamní tisk**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

- Popište druhy, technologie výroby a vlastnosti textilií pro reklamní tisk. Definujte problémy spojené s jejich likvidací, případně druhotným zpracováním.
- Shromážděte informace o biodegradabilních polymerech, jaké jsou jejich vlastnosti, rozdělení, proč se začaly používat v materiálovém inženýrství.
- Dohledejte výrobce biodegradabilních polymerů, vhodných pro technické použití, získejte řádově 10 vzorků, popište je. Určete kritéria pro výběr rozpouštědel, experimentálně nalezněte rozpustnost vzorků biodegradabilních polymerů ve vhodných rozpouštědlech. Připravte roztoky biodegradabilních polymerů. Zjistěte nejvyšší možnou koncentraci polymerů v roztocích a též poměr polymer/rozpouštědlo vhodný pro další technologické zpracování.
- Vytvořte biodegradabilní film, vyhodnoťte jeho vlastnosti z pohledu možnosti jeho nánosování na textilní podklad. Naneste biodegradabilní film na textilií pro reklamní tisk. Proveďte tisk. Vyhodnoťte kvalitu tisku a vypracujte doporučení pro další výzkum v této oblasti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

**30 - 40 stran**

Forma zpracování bakalářské práce:

**tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Larysa Ocheretna**

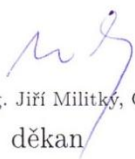
Katedra hodnocení textilií

Datum zadání bakalářské práce:

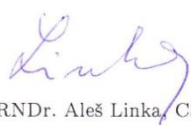
**31. října 2008**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**30. května 2009**

  
prof. Ing. Jiří Militký, CSc.  
děkan



  
doc. RNDr. Aleš Linka, CSc.  
vedoucí katedry

V Liberci dne 31. října 2008

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušila autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci dne 21. května 2009

.....  
Podpis

Praktická část této bakalářské práce byla vytvořena na základě výzkumu ve společnosti Verseidag Indutex GmbH. Konkrétní výsledky jsou majetkem společnosti a mohou být využity pouze s jejím souhlasem.

Practical part of this bachelor thesis is based on the research conducted in the company Verseidag Indutex GmbH. Concrete outcomes are company's sole property and can be used only with their consent.

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tato práce by nevznikla bez možnosti podílet se na výzkumu ve společnosti Verseidag Indutex GmbH. Vřelými a přínosnými konzultacemi mi byla vždy nápomocna i Ing. Larisa Očeretna. Za to bych jim chtěla velice poděkovat.

## **ANOTACE**

Bakalářská práce nahlíží na výrobu technických textilií pro reklamní digitální tisk z ekologické perspektivy. Cílem je ukázat možnosti využití biodegradabilních polymerů při nánosování těchto textilií, ale též neopomenout recyklaci a využití textilií v rámci druhotného zpracování jako varianty pro snížení množství nadbytečného odpadu.

### **KLÍČOVÁ SLOVA:**

Biodegradabilní polymer, digitální tisk, druhotné zpracování, nánosování, organická rozpouštědla, recyklace, technické textilie pro reklamní účely

## **ANNOTATION**

This bachelor thesis treats the production of technical textiles for textile advertising from ecological point of view. The object of the thesis is to show the possible ways of use of biodegradable polymers in textile coating. Neither recycling nor secondary use of textiles as an alternative for reduction of surplus waste are omitted.

### **KEY WORDS:**

Biodegradable polymer, digital printing, secondary use, coating, organic solvents, recycling, technical textiles for advertising,

## Seznam použitých zkratk

- ASTM – American society for testing and materials
- BDP – Biodegradabilní polymer
- č. – číslo
- DMF – Dimethylformamid
- EN – Evropská norma
- EU – Evropská unie
- ISO – Mezinárodní organizace pro normalizaci
- např. – například
- Obr. – Obrázek
- PBS – Polybutylensukcinit
- PC – Polyakrylát
- PCL – Polycaprolactan
- PDO – Polyester na bázi bio-propanediolu
- PE – Polyethylen
- PHA – Polyhydroxyalkanoát
- PHB – Polyhydroxybutyrát
- PHBV – Polyhydroxybutyrát co-hydroxyvalerát
- PHV – Polyhydroxyvalerát
- PLA – Polymer kyseliny mléčné
- PTFE – Polytetrafluoretylen
- PU – Polyuretan
- PVC – Polyvinylchlorid
- Tab. – Tabulka
- USA – Spojené státy americké
- UV – Ultrafialové
- VCM – Vinylchlorid monomer



## OBSAH

|                                                                               |    |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Úvod .....                                                                    | 9  |
| 1 Charakteristika textilií pro velkoformátový digitální tisk .....            | 10 |
| 2 Technologie výroby nánosovaných textilií .....                              | 12 |
| 2.1 Technologie nánosování .....                                              | 13 |
| 2.1.1 Nánosování pasty.....                                                   | 13 |
| 2.1.2 Nánosování za pomoci brodicího válce.....                               | 14 |
| 2.1.3 Nánosování nožem .....                                                  | 15 |
| 2.1.4 Nánosování technikou gravírování.....                                   | 16 |
| 2.1.5 Nánosování na bázi filmotiskacího stroje s rotačními šablonami .....    | 17 |
| 2.1.6 Nánosování přenosem .....                                               | 18 |
| 2.2 Základní typy polymerů používané k nánosování .....                       | 18 |
| 2.2.1 Charakteristika polyvinylchloridu .....                                 | 19 |
| 2.2.2 Charakteristika polyuretanu.....                                        | 20 |
| 2.2.3 Charakteristika polyakrylátu.....                                       | 20 |
| 3 Aktuální a budoucí směry vývoje reklamních textilií pro digitální tisk..... | 21 |
| 3.1 Nakládání s textilním odpadem .....                                       | 21 |
| 3.2 Využití textilií v rámci druhotného zpracování .....                      | 22 |
| 3.3 Výroba nánosovaných textilií pro reklamní digitální tisk.....             | 23 |
| 3.3.1 Klasifikace biodegradabilních polymerů.....                             | 24 |
| 4 Metodologie výzkumu.....                                                    | 28 |
| 4.1 Biodegradabilní polymery .....                                            | 28 |
| 4.2 Organická rozpouštědla .....                                              | 29 |
| 4.3 Kvalitativní testování rozpustnosti BDP.....                              | 31 |

|       |                                        |    |
|-------|----------------------------------------|----|
| 4.3.1 | Příprava vzorku .....                  | 31 |
| 4.4   | Kvantitativní testování .....          | 32 |
| 4.5   | Nánosování filmotvorné složky .....    | 34 |
| 4.6   | Digitální tisk .....                   | 35 |
| 5     | Diskuze a doporučení do budoucna ..... | 38 |
|       | Závěr .....                            | 39 |
|       | Seznam použité literatury .....        | 40 |
|       | Přílohy .....                          | 42 |

## ÚVOD

Technické textilie jsou nejrychleji rostoucím odvětvím textilního průmyslu, který v posledních letech prošel významnými strukturálními změnami. Tento potenciál neustále narůstá, jelikož nové aplikace a tím pádem i příležitosti prodeje jsou do budoucna otevřené novým materiálům i technologiím.

Jednou z perspektiv je i výroba ekologicky šetrných produktů. Tato práce se s ohledem na předchozí teoreticky i prakticky nabyté vědomosti snaží shrnout důležitost přechodu na výrobu ekologicky šetrných produktů pro reklamní digitální tisk, a to i přes to, že mnohé aspekty ekonomické, technologické i hledisko globální sociální odpovědnosti nejsou zcela dořešeny.

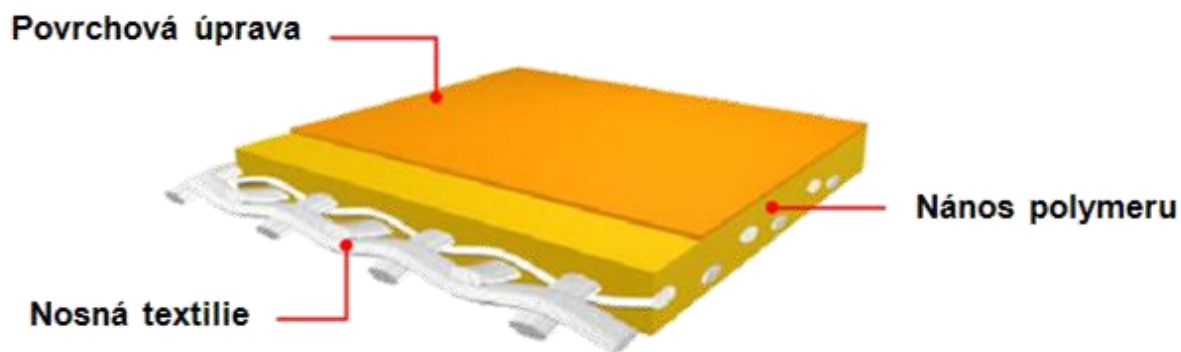
Za krátkou charakteristikou technických textilií pro reklamní digitální tisk následuje popis nejdůležitějších technologií textilního nánosování. V centru zájmu jsou pak materiály používané k nánosování, a to jak tradiční, bohužel ekologicky nešetrné syntetické polymery, tak i materiály, se kterými si příroda dokáže poradit, tzv. biodegradabilní polymery.

Ve spolupráci s německou společností Verseidag Indutex GmbH, zabývající se výrobou technických textilií, byl proveden výzkum, jehož hlavním cílem bylo nalezení vhodných biodegradabilních polymerů pro textilní nánosování. Úkolem však nebyl pouze výzkum trhu s biodegradabilními polymery, ale i laboratorní zkoušky zkoumající rozpustnost těchto polymerů v organických rozpouštědlech, zjištění jejich vhodné koncentrace pro nánosování a závěrem též samotné nánosování na textilií a její digitální tisk.

Experiment potvrdil možnost využití biodegradabilních polymerů a ukázal nové směry pro budoucí zkoumání.

## 1 CHARAKTERISTIKA TEXTILIÍ PRO VELKOFORMÁTOVÝ DIGITÁLNÍ TISK

Nánosované textilie pro velkoformátový reklamní digitální tisk se řadí mezi technické textilie. Struktura (obr. 1) je tvořena nosnou textilií s vysokou pevností, která zaručuje fyzikální vlastnosti a ve většině případů i průsvitnost finální textilie. Nános polymeru určuje charakteristiky povrchu, jako je hladkost, nehořlavost, odolnost vůči UV záření a též barvu. Mezi nejčastěji dnes používané polymery k nánosování textilií pro reklamní digitální tisk se řadí PVC, PU a PC [3]. Povrchová úprava určuje správnou přilnavost barev čili kvalitu tisku.



*Obr. 1 Schematické zobrazení struktury nánosované textilie [23]*

Technické textilie pro velkoformátový tisk se vyrábí v šířkách od 0,9 do 5 m, v plošné hmotnosti v rozmezí 70-650 g/m<sup>2</sup> a návinu do 100 m. Podle povrchové úpravy jsou posléze tisknutelné solventními, eco-solventními UV vytvrditelnými a dalšími inkousty.

Škála aplikací těchto textilií je opravdu široká. Jsou používány na výrobu transparentů, billboardů, megaboardů, bannerů, vlajek, praporů, textilií pro výstavní expozice, interiérových textilních dekorací a též pro vizualizací fasád.

Pro jednodušší orientaci ve výrobních řadách světových výrobců textilií pro reklamní digitální tisk je v tab. 1 uvedeno jedno z jejich možných rozdělení.

Tab. 1 Rozdělení textilií pro reklamní digitální tisk [13, 23]

|                                               |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) Podle vazby nosné textilie                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tkaniny</li> <li>• Pleteniny</li> <li>• Netkané textilie</li> </ul>                             | Vazba nosné textilie se volí podle požadovaných fyzikálních vlastností technické textilie.                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2) Podle materiálového složení nosné textilie | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyesterové</li> <li>• Polyamidové</li> <li>• Skleněné</li> <li>• Další</li> </ul>             | Využití převážně polyesterových přízí.<br>Sklenné příze pro veřejné budovy – zaručují žáruvzdornost.                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3) Podle vzhledu povrchové textilie           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• S viditelnou strukturou i vazbou</li> <li>• S vazbou zastřenou nánosem</li> </ul>               | Textilie s viditelnou strukturou mají spíše textilní charakter. Využívají se na vlajky, voály, prapory, atd.<br>Textilie se zastřenou strukturou připomínají fólie. Využití nacházejí jako billboardy, transparenty, displeje, promítací plátna, plachty, atd.                                                                                                                      |
| 4) Podle funkce použití                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vnitřní (interiérové)</li> <li>• Venkovní (exteriérové)</li> </ul>                              | Vnitřní aplikace nabývají v poslední době na významu. Textilie jsou využívány pro dekoraci, oddělení prostor, ale i jako informační, či vyložené reklamní panely.                                                                                                                                                                                                                   |
| 5) Podle umístění vůči světelnému zdroji      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Textilie osvětlené zepředu (frontlit)</li> <li>• Textilie osvětlené zezadu (backlit)</li> </ul> | Na textilie osvětlené zepředu je kladen nárok vysoké reflektance, jinými slovy nízké absorpce a transmitance, což je zaručeno opacitní černou vrstvou ve struktuře banneru.<br>Textilie, osvětlené zezadu, využívané především v prosvětlovacích aplikacích mají díky své translucenční povrchové úpravě barvy po prosvětlení jasné a ostré.                                        |
| 6) Podle prodyšnosti                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neprodyšné</li> <li>• Prodyšné</li> </ul>                                                       | Prodyšné technické textilie pro digitální reklamní tisk jsou tzv. mřížky, síťoviny či mesh. Prodyšnost při síle větru 2hPa se pohybuje přibližně od 1000 do 6000 l/m <sup>2</sup> /s. Propustnost světla se pohybuje kolem 25-35 %.<br>Používají se převážně k vizualizaci fasád.<br>Částečně prodyšné jsou i produkty textilního charakteru, které nemají zastřenou vazbu nánosem. |
| 7) Podle možnosti tisku                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oboustranně tisknutelné</li> <li>• Jednostranně tisknutelné</li> </ul>                          | U oboustranných aplikací je nežádoucí protisknutí motivu na rubovou stranu. Toho se dosahuje černou vrstvou ve struktuře banneru.<br>Naopak například u vlajkovin tisknutelných jen z lící strany se průtisk na rubovou stranu vyžaduje.                                                                                                                                            |

## 2 TECHNOLOGIE VÝROBY NÁNOSOVANÝCH TEXTILIÍ

Před tím, než je možno na reklamní textilií digitálně tisknout, musí projít značnou řadou procesů, zaručujících její vhodné vlastnosti. Tyto postupy spadají do oblasti textilního zušlechťování. Zušlechťovány mohou být poloprodukty, jako jsou příze, avšak v této práci budou vždy uvažovány plošné textilní útvary.

Úpravy mohou být dočasné nebo trvalé, nicméně vždy s cílem zvýšit užitnost a zájem o technickou textilií. Smyslem zušlechťování technických textilií je tudíž zvýšení uspokojení zákazníka. Toto zlepšení vnímané hodnoty produktu zákazníkem vytváří základy pro myšlenky moderního výrobního marketingu. Technické textilie pro reklamní digitální tisk jsou definovány jako neoděvní materiály. Proto je módní aspekt těchto textilií zanedbatelný, třebaže estetický význam zůstává zachován.[13]

Nánosování patří mezi nejdůležitější zušlechťovací procesy při výrobě technických textilií pro reklamní digitální tisk. V podstatě se však skládá ze třech procesů, které se při výrobě často překrývají:

1. Mechanické procesy – kam spadá například i kalandrování, kterým se dosahuje požadované povrchové úpravy stlačením textilie mezi dvěma válci o vysoké hmotnosti a přítlaku.
2. Tepelné procesy – které slouží ke stabilizaci syntetických přízí nebo sušení zušlechťovaných textilií, a to vždy vysokou teplotou v krátkém časovém intervalu. Některé publikace zařazují tepelné procesy pod mechanické. [22]
3. Chemické procesy – které mohou být popsány jako ty, při nichž se nanáší chemikálie na povrch textilie. Pomocí chemikálií se dosahuje mnoha konečných vlastností technické textilie jako žáruvzdornosti, voděodolnosti či slouží k zjednodušení zacházení s technickou textilií například pomocí nešpinivé úpravy [13]. Vzhled technické textilie po chemické úpravě je většinou nevratný [22].

Jak vyplývá z předchozího textu, důležitým krokem při výrobě mnoha technických textilií je jejich zušlechťování, zejména jejich nánosování. Proto budou v následujícím textu popsány nejprve rozličné technologie nánosování a následně základní typy polymerů, které se používají pro nánosy na technické textilie pro reklamní digitální tisk.

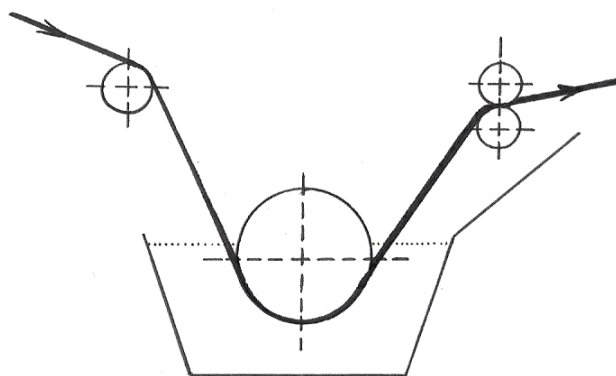
## 2.1 Technologie nánosování

Technologií nánosování jsou vyráběny nejen produkty pro digitální tisk, ale též membrány a textilie pro textilní architekturu, tkaniny pro ochranu proti slunečnímu záření, ochranné textilie, nafukovací gumové čluny, dopravní pásy, všestranné materiály pro kontejnery, bazény, tanky, plovoucí norné stěny a mnohé další.

Technologie nánosování spočívá v zatírání nánosovacích směsí na jednu či obě strany textilie s využitím nánosovacích agregátů s následným tepelným ošetřením. Typické je přímé nánosování filmotvorné složky na nosnou textilií, avšak v některých případech se můžeme setkat s obráceným nánosováním. Používá se, jestliže textilní vrstva nedosahuje potřebné rozměrové stability nebo má příliš otevřenou strukturu. Při nepřímém nánosování se používá podkladová fólie, na niž se prvně nanáší finální vrstva, následuje hlavní vrstva a poté spojovací vrstva, na kterou se klade textilie, což může být například pletenina nebo slabá netkaná textilie. Po posledním sušení může být podpurná fólie odstraněna.[22]

### 2.1.1 Nánosování pasty

Původní metody nánosování jsou založené převážně na rozličných impregnačních technikách využívajících impregnačního žlábků, který je následován dvojicí odmačkávacích válců, které zaručují konstantní odždímnutí přebytečného nánosu [13] (obr. 2). Stupeň odmačku se reguluje přitlakem válců [14]. Materiály jsou následně sušeny horkým vzduchem při konstantní šíři zaručené napínacím a sušicím rámem a navíjeny.



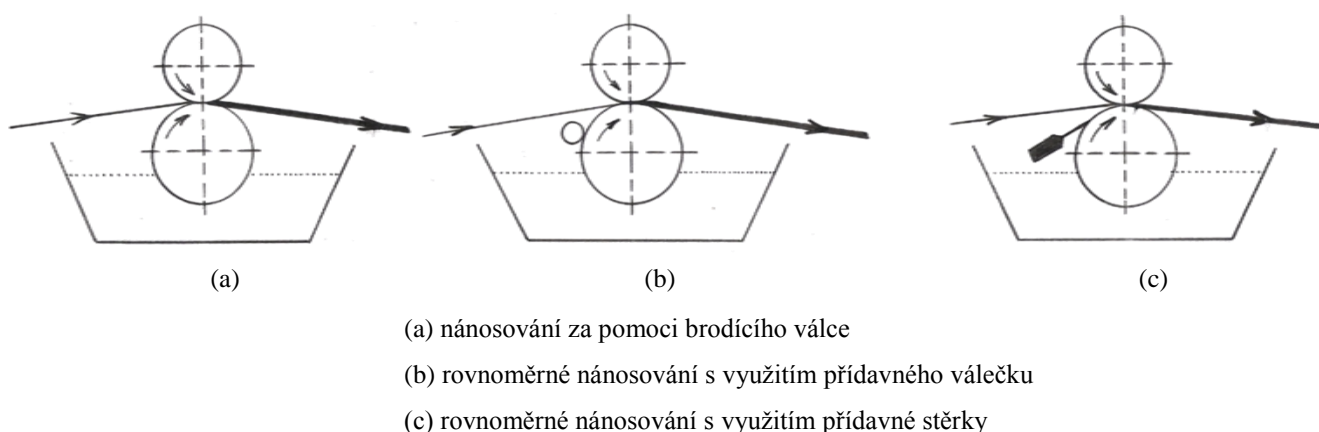
*Obr. 2 Nánosování pomocí impregnačního žlábků [13]*

Jestliže je však nánosování požadováno pouze z jedné strany, celkové ponoření technické textilie v nánosovací směsi není možné, proto byla vyvinuta řada dalších technik.

### 2.1.2 Nánosování za pomoci brodicího válce

Při této metodě přechází technická textilie přes nánosovací válec dotýkajíc se ho. Rotující nánosovací válec je částečně ponořen ve žlábkku s nánosovací směsí. Existují různé varianty této metody (obr. 3), z nichž převládají dva přístupy zaručující rovnoměrnější nanášení směsi pomocí přesného odměření požadovaného množství nánosu na textilií.

První používá dodatečného válečku umístěného těsně vedle hlavního nanášecího válce. Tento váleček svým přtlakem zajišťuje distribuci pouze přesně stanoveného množství směsi. Druhá, která má stejně jako v prvním případě zajistit nánosování pouze předem definovaného množství směsi, místo dodatečného válečku využívá stěrku. [13]



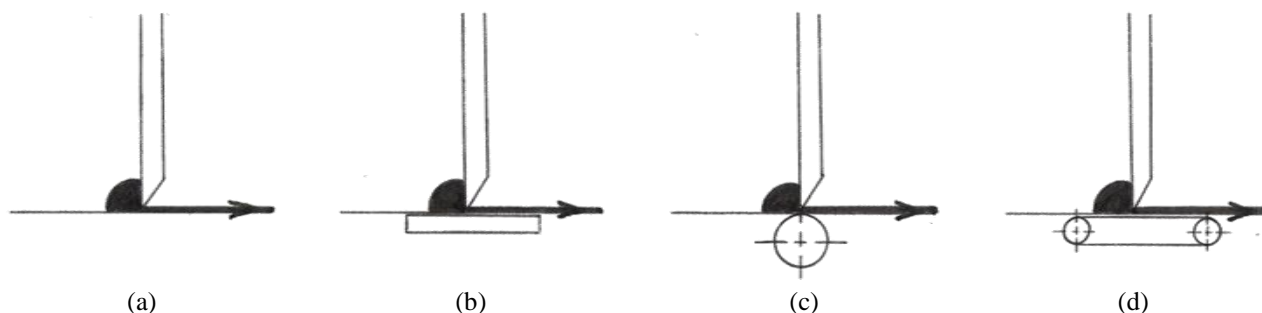
*Obr. 3 Varianty nánosování za pomoci brodicího válce [22]*

Hlavní nevýhodou těchto způsobů je, že množství směsi nanášené na technickou textilií závisí na povrchovém napětí mezi disperzí a textilií, viskozitě disperze a též na povrchu technické textilie. Vyvarovat se těmto nevýhodám lze další technikou nánosování, a to roztíráním směsi noži. [13]



### 2.1.3 Nánosování nožem

Při této metodě je disperze nanášena přímo na technickou textilií a posléze rozprostřena do jednotné vrstvy prostřednictvím nehybných nožů (obr. 4). Tloušťka nánosů je korigována mezerou mezi špičkou nože a povrchem technické textilie a viskozitou nánosů. Způsob, jakým je mezera kontrolována, určuje typ použitého strojního zařízení [13].



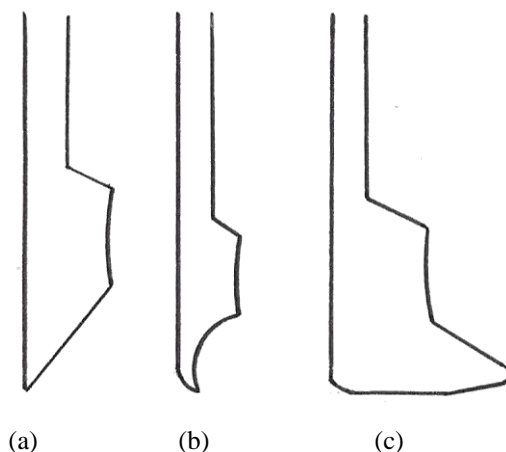
Obr. 4 Nánosování nožem (a) ve vzduchu, (b) nad stolem, (c) nad válcem (d) nad pásem [13]

Při prvním způsobu je nanášecí nůž umístěn v přímém kontaktu s technickou textilií, která je pod neustálým napětím. Nánosovací směs je tudíž zatírána do technické textilie. Hlavní výhodou této techniky je, že žádná nerovnost technické textilie neovlivní průběh nánosů, a tím ani běh stroje. To bohužel neplatí při použití technik, kdy je nůž umístěn nad stolem nebo nad válcem. Ačkoliv tloušťka nánosů při těchto technikách může být přesně kontrolována, jakákoli nerovnost či ohyb na textilií způsobí nahromadění textilie pod nožem a přetrh, nebo alespoň poškození technické textilie. [13] I tak je technologie nánosování, kdy je nůž nad válcem, dnes nejčastěji používanou technikou [22].

Problém s přesným nanášením požadovaného množství směsi na technickou textilií byl vyřešen použitím pružného pryžového pásu, který zaručuje přesnost nánosů díky dodržení předepsané vzdálenosti od špičky nože, a přesto je natolik pružný, aby se dokázal přizpůsobit nerovnostem na technické textilií a umožnil její prostup pod špičkou nože bez mechanického porušení či přetržení. [13]

### Geometrie nože

Geometrie nože a úhel sevření mezi technickou textilií a nožem hraje velmi důležitou roli v efektivitě nánosu i množství, které prostoupí do samotné technické textilie. Různé profily nože zaručují odlišnou hmotnost uplývajícího nánosu. Existují tři hlavní typy profilů nožů (obr. 5) s mnoha dalšími variacemi mezi těmito třemi základními typy.



*Obr. 5 Profily nožů používané k nánosování (a) špičatý nůž, (b) kulatý nůž, (c) patkový nůž [13]*

Strojní zařízení využívající nánosování nožem jsou obecně jednoduše ovladatelná a mohou být použita pro široké spektrum tloušťek vrstev od 1  $\mu\text{m}$  až do 30  $\mu\text{m}$  [13].

Jestliže bylo popisováno nánosování nožem, nesmí být opomenuta jeho nekonvenční metoda, kdy přesné množství nánosované vrstvy není určováno pevným ocelovým nožem, ale pomocí vzduchové trysky [13]. Viskozita disperze je v tomto případě o hodně nižší, než v případě použití konvenčních nožů. Technika je častěji než v textilním průmyslu využívána v papírenském průmyslu, kde se touto metodou nanáší například fotografický papír.

#### 2.1.4 Nánosování technikou gravírování

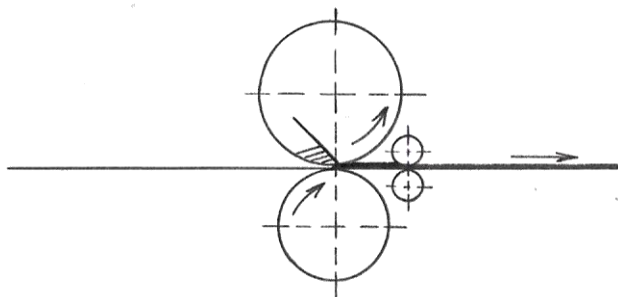
Použití gravírovacích válců při nánosování bylo vyvinuto z podobné techniky, která je známá převážně v tiskařském průmyslu. Technika využívá kovového válce, do jehož povrchu byly nahusto vyryty malé hemisférické vzory. Tyto rýhy plní funkci přesné zásobárny disperze, která je odebírána z hlavního rezervoáru s nánosovací směsí. [13] Gravírovací válec je navíc opatřen stěrkou, jež zaručuje, že po namočení válce v hlavním rezervoáru zůstane disperze pouze v drážkách [15]. Technická textilie těsně obaluje část

gravírovacího válce, čímž je zaručen transport nánosu na textilií. Celkové množství nánosu závisí na hustotě vyrytého vzoru a na intervalu dotyku technické textilie a gravírovacího válce.

Ačkoli je tato technika nejpřesnější v nanášení potřebného množství disperzní směsi, nelze si nevšimnout jistých nedostatků. Mezi ně patří především fakt, že s určitou hloubkou drážky můžeme nanést pouze přesně definované množství směsi. Je-li tudíž vyžadována jiná hmotnost nánosu na jednotku plochy, musí se vyrobit nový gravírovací válec. Další nevýhodou je, že i přes kontrolovanou viskozitu jsou na povrchu textilie neustále patrné přenesené vzory [13]. Co je požadováno, je disperze, která se rozlije a vytvoří rovný povrch před sušícím procesem či během něj. Takového zformování do plochého povrchu může být značně vylepšeno využitím ofsetového gravírování, při němž je disperze z gravírovacího válce prvně natištěna na pryžový válec a z něho posléze na povrch technické textilie.

### **2.1.5 Nánosování na bázi filmotiskacího stroje s rotačními šablonami**

Technika vychází čistě z tiskacího procesu, který přenáší vzory šablon na tištěnou textilií. Šablona je v tomto případě niklový válec o tloušťce stěny 0,1 mm, který je hustě opatřený otvory k protlačení nánosovací směsi. Stěrka i dispersní směr jsou uvnitř šablony (obr. 6). Směr je přiváděna dávkovacím čerpadlem. Stroje se liší převážně konstrukcí stěrek, které mohou být listové nebo válečkové. [15] Hodnota nánosu může být kontrolována počtem otvorů na jednotku plochy, čímž se docílí velice přesné regulace konečné plošné hmotnosti. Bohužel i tato metoda vytváří vzory namísto hladkého povrchu na technické textilií. Rovnoměrného rozetření nánosu je dosaženo až po použití přidavného roztíracího nože či válečku, který je umístěn za rotačními šablonami.



*Obr. 6 Schematický náčrt rotační šablony [14]*

### **2.1.6 Nánosování přenosem**

Tato technologie nejprve formuje nanášenou směs do kontinuálního filmu, který je posléze nanášen na textilií buďto působením tepla, nebo použitím speciálního adheziva nazývaného též pojící nános. Hlavní výhodou této technologie oproti všem ostatním je, že nánosová vrstva může být vytvořena bez jakýchkoli děr nebo jiných vadných míst před tím, než je nanášena na textilií. Tato technologie všeobecně zaručuje nejjemnější omak nanosované vrstvy a navíc stoprocentní jistotu, že nános nepronikne na druhou stranu nanosované textilie. [13]

Poslední technika v náznacích připomíná laminování, což je též jedna z často používaných technologií v textilním průmyslu, a to hlavně u aplikace oděvních výztuží. Laminováním se však naopak od nánosování myslí spojování dvou a více textilních vrstev pomocí adheziva.

Výběr správné technologie nánosování závisí na mnoha důležitých faktorech: typu textilie, která bude nánosovaná (její vlákenné struktura a konstrukci), požadavcích na trvanlivost nánosu, ceně, ekologii, vzájemné interakci s ostatními úpravami, atd. Hlavní a rozhodující roli však vždy hraje technické vybavení, které již podnik má, anebo do kterého si popřípadě může dovolit investovat.

Jedno strojní zařízení se může použít flexibilně k nánosování různých polymerních roztoků. Nánosovací směs často obsahuje pomocné prostředky, jako jsou změkčovadla, adhezni přípravky, regulátory viskozity, pigmenty, plnidla, retardanty hoření a další. Všechny složky finální nánosovací pasty musí být slučitelné a navzájem by se neměly negativně ovlivňovat.

Hlubší rozbor této problematiky by však vydal na další bakalářskou práci. Následující text bude proto zaměřen pouze na základní typy polymerů používaných k nánosování technických textilií, neb ty je z pohledu této bakalářské práce nutno objasnit.

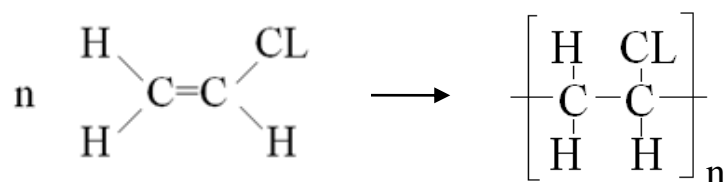
## **2.2 Základní typy polymerů používané k nánosování**

Polymery nanášené na povrch technických textilií pro reklamní digitální tisk jsou omezeny pouze na ty, které mohou být připraveny do podoby viskózní tekutiny. Proces nánosování je zpravidla následován sušením či jiným ošetřováním, při kterém dochází k vytvrzení nánosu, takže vzniká nepropustná vrstva. Polymery jsou získávány od hlavních výrobců chemikálií.

Polyvinylchlorid (PVC), polyuretan (PU) a polyakrylát (PC) jsou tři základní polymery používané momentálně k nánosování technických textilií [3]. Hlavním polymerem nánosované vrstvy však může být polytetrafluorethylen (PTFE), silikon či jiný vhodný polymer.

### 2.2.1 Charakteristika polyvinylchloridu

Tento polymer je vyráběn polymerací vinylchlorid monomeru (VCM) (obr. 7). Vzniklý produkt je bílý prášek nebo zrnitá hmota, která, aby mohla být používána při nánosování na technické textilie, musí být změněna na měkký flexibilní film pomocí změkčovadel.



*Obr. 7 Polymerace vinylchlorid monomeru*

Polymer může absorbovat změkčovadlo v koncentraci až do jeho původní váhy. Jakmile dojde k promísení změkčovadla a polymeru, vytvoří se rovnoměrná pasta tvořená částečně zbobtnalým PVC, známá pod pojmem plastisol, kterou lze nanášet na povrch textilie. Jestliže se posléze na směs působí teplotou 120 °C, vzniká rovnoměrný roztok, který po ochlazení vytvoří hladkou nepropustnou vrstvu. [13]

Pružnost nánosu může být regulována množstvím změkčovadla použitého ve směsi s PVC. Nicméně ve většině případů se používá přibližně 50% koncentrace změkčovadla [17]. Změkčené PVC vytváří průzračný film, jehož charakteristikou je odolnost v oděru, odolnost proti působení povětrnostních vlivů a nízká propustnost. Směs PVC a změkčovadla může být ještě před nanášením na technickou textilií doplněna o pigmenty a retardéry hoření.

Jedna z velkých výhod polymeru s asymetrickým atomem chlóru je jeho velký dipól a vysoká dielektrická pevnost [13]. To znamená, že nánosované výrobky mohou být spojovány jak vysokofrekvenčně, tak pomocí svařování. Tento faktor v kombinaci s nízkou cenou vstupních surovin je rozhodujícím prvkem k výběru tohoto nánosu pro téměř většinu technických textilií používaných pro reklamní účely.

PVC má však i mnoho nevýhod. Mezi přední patří možné zdravotní riziko [3, 20] a u textilií pro reklamní digitální tisk též jeho dlouhá životnost a nerozložitelnost na skládkách.

### **2.2.2 Charakteristika polyuretanu**

PU jsou tvořeny reakcí diolů a diizocyanátů [17]. Skládají se z izokyanátových prepolymerů a nízkomolekulárních hydroxylových polyesterů, polyetherů nebo polyamidů, které spolu reagují a okamžitě se zesítují již při pokojové teplotě. Reakce může být navíc podpořena zvýšením teploty. Na trhu jsou nyní dostupné i prepolymeru reagující pouze za zvýšené teploty, čím může být prodloužena doba skladovatelnosti. [13]

Polymer PU může být použit jako roztok, ale též v disperzní podobě. Dimethylformamid (DMF) je častým rozpouštědlem pro PU [3].

Textilie nánosovaná PU má výbornou stálost v oděru doprovázenou dobrou voděodolností resp. odolností vůči působení chemikáliemi. Navíc je textilie velice flexibilní. Pomocí diolů lze do značné míry ovlivňovat propustnost pro vodní páru a také elasticitu. [17]

Nánosy vytvářené z PU mají tendenci žloutnout, jsou-li vystaveny slunečnímu záření. Proto je nutné do nánosovací pasty přidávat pigmenty a opticky zjasňující přípravky.

Nevýhoda PU nánosů je ve vysoké ceně polymeru, ale též jeho rozpouštědel. Vypařováním toxických organických rozpouštědel během nánosování dochází k značnému znečištění. [3]

### **2.2.3 Charakteristika polyakrylátu**

PC tvoří jednu z největších výrobních řad používaných v barvení a nánosování. PC se většinou skládají z kopolymeru akrylátu a esteru metakrylátu s ostatními nenasyčenými monomery (např. styréne). Výběrem vhodného monomeru je umožněno měnit chemické a fyzikální vlastnosti výsledného polymeru. PC je dostupný v tuhé podobě, a rovněž v tekuté podobě rozpuštěný v organických rozpouštědlech či vodě. PC je vodoodpudivý. Je ho též možno prát. Disperze PC je většinou toxická a způsobuje téměř stejné znečištění jako PU. [3]

### **3 AKTUÁLNÍ A BUDOUCÍ SMĚRY VÝVOJE REKLAMNÍCH TEXTILIÍ PRO DIGITÁLNÍ TISK**

Dynamický růst výroby nánosovaných textilií pro reklamní digitální tisk je záležitostí posledních desetiletí. S jejich plynule stoupající spotřebou se však v posledních letech začíná stále zřetelněji ukazovat, že odolnost polymerů k vnějšímu prostředí, ceněná při aplikacích, se stává nevýhodou v okamžiku, kdy výrobek doslouží a stane se odpadem.

#### **3.1 Nakládání s textilním odpadem**

Ukládání na skládky je poměrně jednoduchý a zdánlivě nejméně nákladný způsob nakládání s použitými textiliemi pro reklamní digitální tisk. Polymery však ani v průběhu velmi dlouhé doby nepodléhají oxidačním a biologickým přeměnám. Proto vyspělé země skládkování stále více omezují. Skládek by se mělo využívat jen k odstraňování takového odpadu, který nelze žádným způsobem zhodnotit.

Z ekologického hlediska je nejpříjemnější formou nakládání s odpady jejich recyklace neboli recyklování, tj. proces, při němž jsou použité a odložené výrobky, které by se jinak zařadily do proudu tuhého odpadu, sbírány, tříděny, zpracovávány a materiály z nich vráceny do užívání. Efektivním využíváním recyklace se může výrazně snížit množství těžby neobnovitelných zdrojů.

Recyklací PVC nánosových textilií se zabývá například Francouzská společnost Ferrari S.A., která se svou technologií Texyloop® zpracovává použité PVC nánosované polyesterové textilie vyrobené v Evropě. Technologie Texyloop® je založená na principu rozpouštění, filtrace a srážení PVC známého též z procesu Vinyloop vyvinutého Italskou společností Solvay S.A [26].

K recyklaci jsou vhodné všechny PVC nánosované textilie v plošné hmotnosti 200 – 2000 g/m<sup>2</sup>. Tyto textilie musí být tvořeny ze dvou třetin nánosem PVC a z jedné třetiny polyesterovou textilií. Textilie může být tištěná, avšak nesmí obsahovat žádná kovová závěsná oka či plastové výztuže jiné než z PVC.

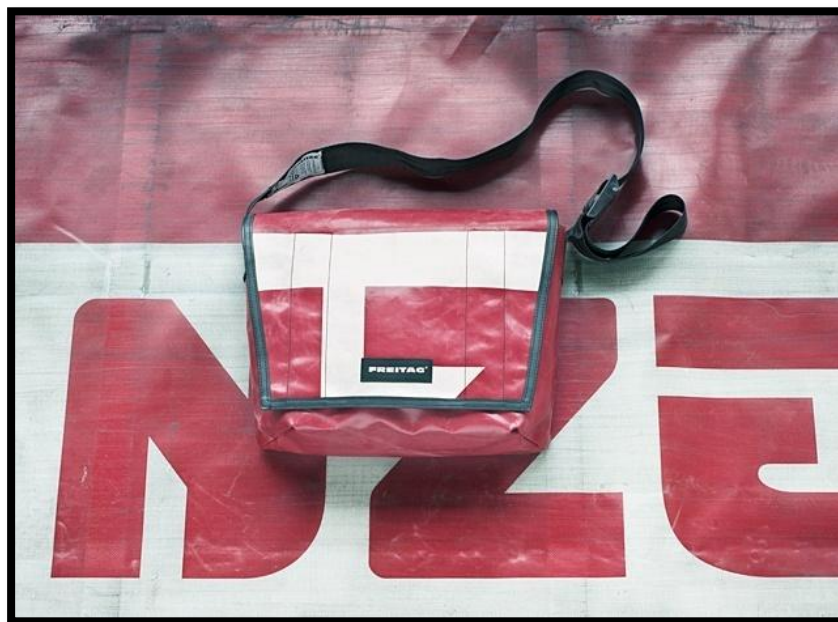
Velmi striktně definované podmínky nedovolují recyklovat například polyesterové textilie nánosované polyuretanem nebo PVC nánosované polyamidové textilie. To je značnou nevýhodou celé technologie.

Pozitivní je, že se v posledních letech hledají nové způsoby, jak PVC recyklovat, a to i přes to, že druhotná surovina nemusí být nutně levnější než původní materiál [25]. Je tedy vidět, že v posledních letech se ve stále větší míře uplatňují vedle ekonomických i hlediska ekologická, takže postupně ubývá na významu hlavní překážka širšího zavádění zpracování odpadu – vysoké náklady.

Nakládání s textilním odpadem je však pouze jedním ze tří sektorů ekologické odpovědnosti v textilním průmyslu. Mezi zbývající dva patří využití textilií a textilní výroba.

### 3.2 Využití textilií v rámci druhotného zpracování

Jelikož průměrná reklamní kampaň netrvá déle než půl roku, jsou nánosované textilie pro reklamní digitální tisk krátkodobými aplikacemi. Se skončením kampaně však nemusí končit životní cyklus nánosované textilie. Zajímavě potištěné materiály jsou dnes populární především mezi mladými designéry. Ti poměrně levnou vstupní surovinu využívají k tvorbě dlouhodobých aplikací, kterými jsou např. tašky (obr. 8), batohy, vaky na lyže či snowboardy, ale i nápadité knižní desky, peněženky, klíčenky a dekorace do domácností. Zdárným příkladem takovéto nevšední kreativní činnosti může být například curyšský obchod Freitag Shop [10].



*Obr. 8 Každý kus je originál – Freitag Production [11]*



### 3.3 Výroba nánosovaných textilií pro reklamní digitální tisk

Většina předních Evropských výrobců nánosovaných textilií pro reklamní digitální tisk, uvedených v příloze 1, dnes dodržuje normy týkající se kvality výroby a ekologie. Dodržování těchto standardů považuje zákazník téměř za samozřejmost. Hledají se proto jiné cesty pro udržení konkurenční výhody.

Jednou z vhodných alternativ, doplňujících recyklaci, by mohlo být využití biopolymerů. Tato alternativa se dá označit jako preventivní předcházení vzniku plastového odpadu. V zásadě se biopolymery rozdělují na [9]:

- a) kompostovatelné polymery;
- b) biopolymery vyráběné z přírodních zdrojů.

**Kompostovatelné polymery** vyráběné z obnovitelných anebo neobnovitelných zdrojů. Důraz je zde kladen na funkci, tedy kompostovatelnost. Podnikům, které by chtěly využívat biopolymery k nánosování textilií pro reklamní digitální tisk, stejně jako spotřebitelům slouží k rozlišení takovýchto biopolymerů potřebné Evropské i mezinárodní testy (EU: EN 13432 nebo EN 14995, USA: ASTM D-6400, ostatní země: ISO 17088).

Příkladem biopolymerů této skupiny mohou být: polymery na bázi škrobu, polymery kyseliny mléčné (PLA), polyhydroxyalkanoáty (PHA), mezi něž patří třeba i polyhydroxybutyrát (PHB) a polyhydroxyvalerát PHV, a polymery z chemicky modifikované celulózy.

**Biopolymery vyráběné z přírodních zdrojů**, u nichž je kladen důraz na použitý materiál. K výrobě těchto polymerů se používají obnovitelné zdroje, a i přes to nemusí být tyto biopolymery ve všech případech rozložitelné. Příkladem takovýchto materiálů mohou být: specifické polyestery na bázi bio-propanediolu (PDO), specifické polyamidy vyráběné z ricinového oleje. Vývoj též směřuje k využívání polyethylenu (PE) nebo polyvinylchloridu (PVC) na bázi bio-etanolu například z cukrové třtiny.

Tato bakalářská práce dále popisuje biopolymery spadající do první, tedy kompostovatelné skupiny. Smyslem je využít tyto biologicky rozložitelné polymery k nánosování na technické textilie pro reklamní digitální tisk.

Polymery jsou definovány jako kompostovatelné neboli biodegradabilní, jestliže jsou schopny rozkladu za pomoci běžně v přírodě se vyskytujících organismů. Rozklad polymeru nesmí způsobit organismům žádnou újmu. Z definice také vyplývá, že polymery musí být netoxické a rozložitelné v poměrně krátkém časovém úseku z pohledu lidského časového měřítka.[6]

BDP se ve vhodném prostředí, např. kompostu, v kalech z čistíren odpadních vod nebo v mořské vodě vlivem působení mikroorganismů rozloží na vodu a oxid uhličitý, případně amoniak, pokud by v polymeru byl zastoupen dusík. Při biodegradaci polymeru v nepřítomnosti kyslíku jsou konečnými produkty rozkladu voda a metan. Na rozkladu některých typů polymerů se může významně podílet sluneční záření v kombinaci s působením vzdušného kyslíku.[5] Podmínky a způsob rozkladu polymeru (prostředí, v němž může k rozkladu docházet) jsou závislé na chemické struktuře polymeru.

Příroda nabízí celé spektrum BDP. Naprostá většina z nich však tak, jak v přírodě vznikají, nemá dostatečné zpracovatelské vlastnosti. To je jedním z limitujících prvků úspěšného komerčního využití BDP. Pro technické aplikace se proto BDP více či méně chemicky modifikují. Je bohužel pravidlem, že čím větší je stupeň chemické modifikace polymeru, tím obtížněji pak podléhá biologickému rozkladu [5, 7].

BDP jsou atraktivní zejména proto, že mohou nabídnout řešení problému nakládání s odpady, bohužel jsou stále velice drahé, viz tab. 2. S rostoucí cenou ropy a zvyšováním objemů výroby BDP však bude jejich poměrná cena klesat [21].

*Tab. 2 Porovnání nákupní ceny tradičních a biodegradabilních polymerů [1,4,19]*

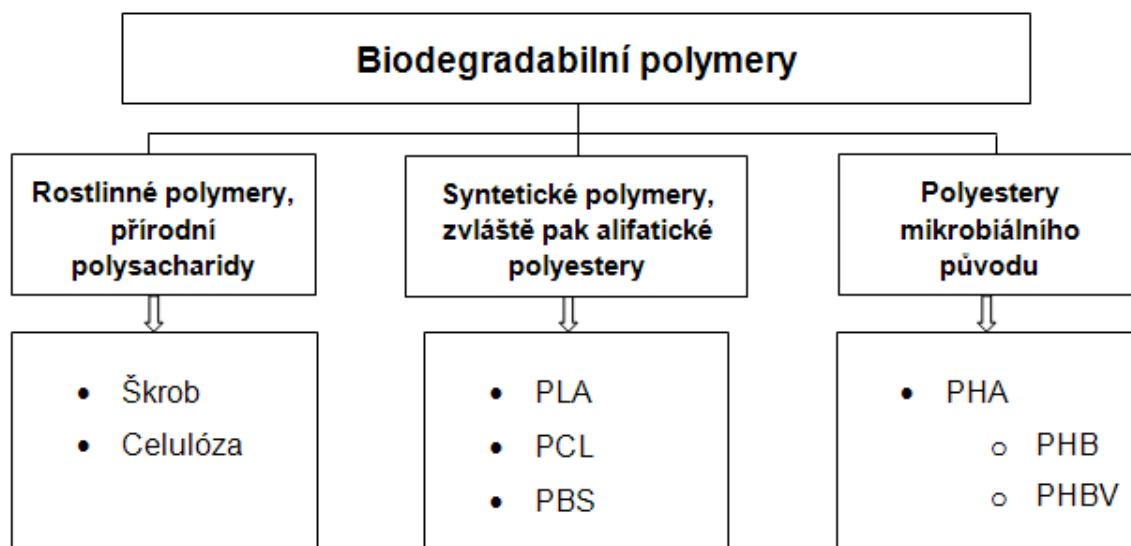
|                          | Název polymeru | Průměrná cena (€ kg <sup>-1</sup> ) |
|--------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Tradiční polymery        | PVC            | 1,00-1,50                           |
| Biodegradabilní polymery | PLA            | 2,50-5,00                           |
|                          | PHA            | 6,80-10,70                          |
|                          | PHB            | 5,00                                |
|                          | PHBV           | 7,00                                |

### 3.3.1 Klasifikace biodegradabilních polymerů

Nové BDP se objevují často i s konkrétními aplikacemi. I přes to, že tyto polymery nejsou vyráběny pro specifické využití v nánosování technických textilií pro reklamní digitální tisk,

mohou být v budoucnu využity jako možné alternativy soudobých polymerům (PVC, PU a PC) popřípadě při vývoji nových výrobků.

Jedna z možných klasifikací řadí BDP do tří kategorií (obr. 9):



Obr. 9 Klasifikace biodegradabilních polymerů

## Škrob

Škrob je v přírodě druhým nejrozšířenějším zdrojem po celulóze. Není tedy divu, že je jednou z nejčastějších surovin pro výrobu BDP. Mezi nejdůležitější průmyslové zdroje škrobu patří kukuřice, obilí, brambory, ságo a rýže. [7, 18]

Všechny škroby obsahují amylozu a amylopektin, jejichž poměr se mění v závislosti na zdroji škrobu. Variabilnost množství je základním přírodním mechanismem udávajícím vlastnosti škrobu. [12] Přírodní škrob má však často nevyhovující vlastnosti zhoršující možnosti zpracování. Jestliže je škrob využíván samostatně, přidávají se do něho plastifikátory, pro svojí nízkou cenu se však častěji využívá ve směsích s ostatními BDP.

Škrob je termoplastický, dokáže absorbovat vlhkost, chemickou modifikací může být dosaženo stálosti v kyselinách, teple i ve smyku. Škrob má též dobré antistatické vlastnosti. Celkově jsou jeho vlastnosti podobné polyetylenu a polyesteru. K nevýhodám patří pouze nízká teplotní stabilita, jelikož bod tání přírodního škrobu je vyšší než jeho teplota rozkladu. [7,18]

## **Celulóza**

Stejně jako škrob spadá do skupiny polysacharidů a je již od počátků polymerní chemie středem zájmu výzkumníků, neboť představuje snadno přístupný přírodní polymer obsažený v bavlně a dřevu. Bavlna obsahuje v suchém stavu 90 % celulózy, dřevo asi 50 %.

Nevýhodou celulózy je, že není termoplastická. Je netavitelná a nerozpustná. Dokud není chemicky upravená, nelze ji tvářet. Proto se přeměňuje na deriváty, neboť ty lze tvářet snadno. [8] Výhodou by mohla být poměrně levná výrobní cena.

## **Polylaktid**

PLA je biodegradabilní lineární alifatický polyester vyráběný polykondenzací přírodně produkovanou kyselinou mléčnou. Tento termoplast je vyráběn z kukuřice, ječmene, cukrové řepy nebo zemědělských odpadů s fermentovatelnými rostlinnými cukry extrakcí škrobu, který se rozštěpí na své stavební jednotky – molekuly glukózy, jež za pomoci bakterie mléčného kvašení zkvasí na kyselinu mléčnou, která je přeměněna na požadovaný polymer [7].

PLA se svými vlastnostmi, hlavně charakteristikami tuhosti, podobá polyetylenu a polypropyleny, lze je využít prakticky místo nich [7]. Velkou výhodou PLA je jeho průhlednost. Polymer se rozkládá rychle v podmínkách kompostu při teplotě 60 °C a vyšší. Nezanechává žádné toxické zbytky. Omezením je nižší teplota měknutí omezující trvalé použití pouze do teplot 45 °C.

## **Polycaprolactan**

PCL je polymer získávaný chemicky z ropných zdrojů. I přes to je 100% biologicky rozložitelný. Polymery PCL mohou být rozděleny do dvou skupin podle molekulové hmotnosti. Materiály s molekulovou hmotností do několika tisíc jsou voskově měkké nebo viskózní kapaliny. Používají se jako plastifikátory. Druhý typ má molekulovou hmotnost vyšší než 20 000. Tyto polymery mají velice dobrou mechanickou pevnost [2]. Navíc vykazují dobrou odolnost ve vodě, oleji i rozpouštědlech [16].

### **Polybutylen sukcinát**

PBS je biodegradabilní syntetický alifatický polyester vyráběný z ropy [16]. Vlastnostmi, např. bodem tání a pevností v tahu, připomíná nejvíce polyethylen. PBS je často směřován s jinými BDP jako např. škrob, a to převážně pro snížení ceny.

PBS má výborné mechanické vlastnosti. V dnešní době se zpracovává především tavením k výrobě obalů a tašek.[4]

### **Polyhydroxyalkanoáty (PHA)**

PHA je polymer přírodního původu a u všech vyšších zvířat se vyskytuje ve formě krevní plazmy [21]. Celkově je známo na 150 druhů různých polyhydroxyalkanoátů. Toto číslo může v budoucnosti narůst [2]. Základem PHA může být modifikovaná řepka olejná nebo sója, ale efektivnější jsou bakterie. PHA produkuje řada bakterií a ukládá je ve svých buňkách jako zásobní zdroj uhlíku a energie. PHA je tedy polymerem mikrobiálního původu [7]. V bakteriích se může PHA akumulovat ve velkém množství a jejich struktura může být manipulována geneticky nebo fyziologicky [12].

PHA s krátkým postranním řetězcem se chovají podobně jako polypropyleny, zatímco PHA s dlouhým postranním řetězcem jsou elastomery. Nevýhodou zůstává vysoká cena. PHA produkován bakteriálně je až desetkrát dražší než konkurenční polypropylen nebo polyetylen [21]. Dalším nedostatkem PHA je, že se rozkládá poblíž svého bodu tání, což znesnadňuje jeho zpracování.

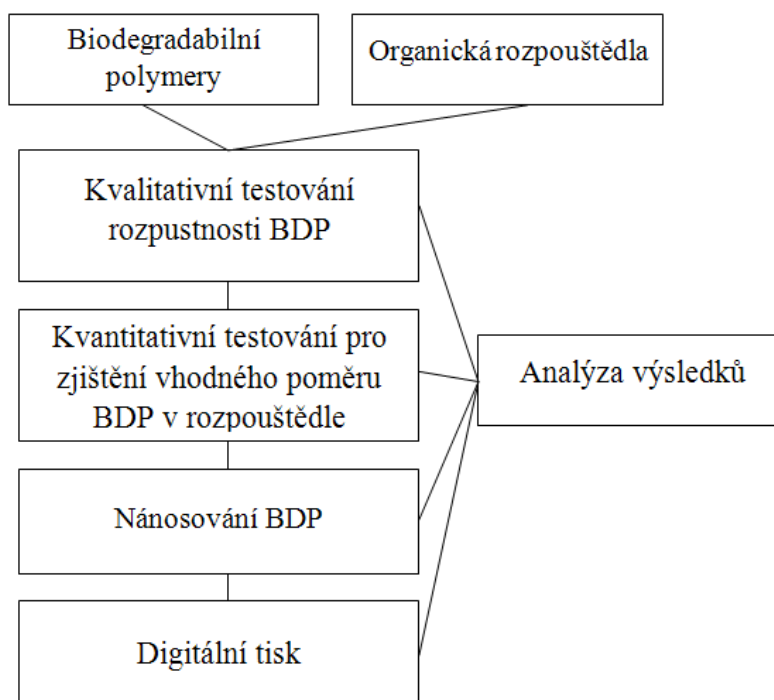
Podskupinou PHA je polyhydroxybutyrát (PHB) a polyhydroxybutyrát co-hydroxyvalerát (PHBV).

PHB je polymer s vysokou mírou krystalických oblastí, termoplastický již z přírodní podstaty a stabilní i za vysoké vlhkosti. Odolnost v rozpouštědlech je však nízká [2].

PHBV je měkčí a flexibilnější než PHB a jeho vlastnosti závisejí na množství valeranu. S rostoucím obsahem valeranu klesá teplota tání, pevnost v tahu [2], voděodolnost a krystalita [1].

## 4 METODOLOGIE VÝZKUMU

Cílem výzkumu bylo zjistit vhodnost BDP, jako alternativy pro nánosování textilií pro reklamní digitální tisk. BDP ve formě granulátu byly nejprve rozpouštěny v polárních i nepolárních organických rozpouštědlech. Jestliže polymer reagoval s rozpouštědlem pozitivně, byl určen poměr rozpouštědla a BDP vhodný k nánosování. Následovalo laboratorní nánosování nejprve na skleněnou destičku. Jestliže měl film nánosovaný na skleněnou destičku vyhovující pevnostní charakteristiky, mohl být stejný BDP nánosován na tkaninu. Digitální tisk a jeho vyhodnocování probíhalo pouze, byla-li struktura nánosu na tkanině vyhovující. Schéma hlavních částí procesu experimentu usnadňuje orientaci v řešeném projektu (obr. 10).



Obr. 10 Schéma experimentu

### 4.1 Biodegradabilní polymery

Pro účel výzkumu bylo potřeba získat řádově deset vzorků BDP ve formě granulátu s různým chemickým složením. Na globálním trhu je momentálně celá řada výrobců. Souhrnná tabulka nalezených a oslovených firem je uvedena v příloze 2.

Výzkum byl zahájen s deseti různými druhy BDP, podle výrobce zaznamenaných v tab. 3, od pěti firem. Širokou škálu materiálů poskytla německá firma FKUR od níž bylo získáno šest vzorků granulátu rozdílných chemických a fyzikálních vlastností. Další firma, která poskytla biodegradabilní materiál, byla německá firma BIOP. Tři vzorky byly získány na výstavě „Bioplastics in Packaging“, která se konala v dubnu roku 2008 v německém Düsseldorfu a byla zastřešena organizací European Bioplastics. Tyto vzorky byly od firem GRACE Biotech, NHH Biodegradable Plastics a Arkhe Will. V průběhu výzkumu byl obdržen jedenáctý BDP od německé firmy BARLOG plastics. Tento BDP se však pro výzkum ukázal jako nevhodný a dále se s ním nepracovalo.

*Tab. 3 Testované BDP seřazené podle výrobce*

| Název BDP            | Výrobce                              | Chemické složení                         |
|----------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| Polybutylen Sukcinit | Arkhe Will                           | PBS                                      |
| BIOPAR FG MO 1021    | BIOP                                 | termoplastický škrob                     |
| Bio-Flex 219F        | FKUR                                 | PLA                                      |
| Bio-Flex 221F        | FKUR                                 | PLA                                      |
| Biograde 200C        | FKUR                                 | celulóza                                 |
| Biograde 500A        | FKUR                                 | celulóza                                 |
| Fibrolon B53AW       | FKUR                                 | polypropylen ve směsi s dřevěnými vlákny |
| Fibtolon 46N         | FKUR                                 | PLA ve směsi s dřevěnými vlákny          |
| GB 100               | Grace Biotech Corp.                  | termoplastický škrob                     |
| PLA                  | NHH Biodegradable Plastics Co., Ltd. | PLA                                      |

Všechny BDP, se kterými byl zahájen výzkum, byly v základní formě granulátu. Granuláty se u různých druhů materiálů a výrobců liší tvarem, hmotností, barvou, ale hlavně technickými parametry.

## 4.2 Organická rozpouštědla

V této fázi výzkumu bylo potřeba zjistit dostupná organická rozpouštědla, roztrždit je podle daných kritérií a následně vytvořit matici reakce rozpouštědel s BDP. Do matice se postupně zanášely výsledky kvalitativního testování.

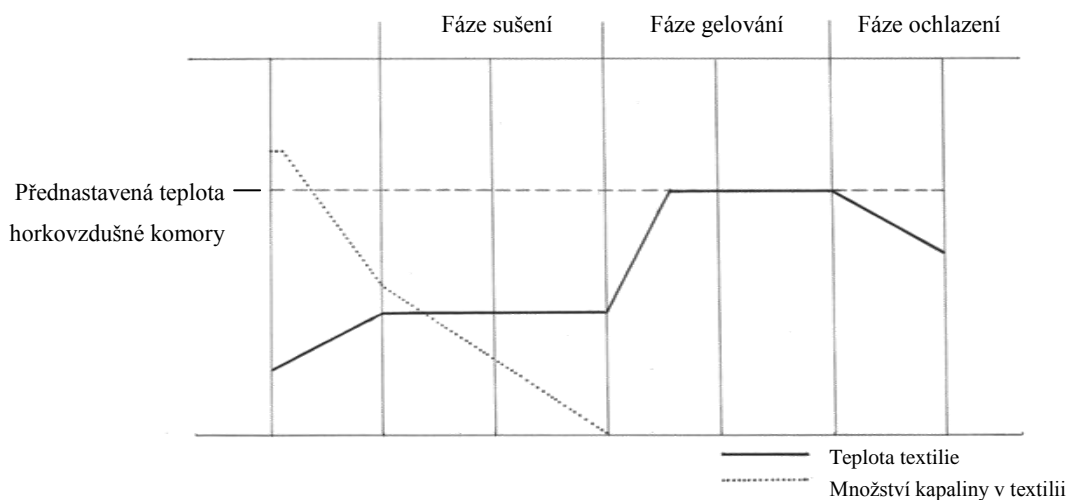
Mezi daná kritéria patřilo:

- Bezpečnostní značení
- Typ rozpouštědla
- Teplota varu

Získaných rozpouštědel bylo celkem dvacet šest. Z bezpečnostního hlediska byla vyřazena rozpouštědla toxická. Tím se vzorek z původních dvaceti šesti zúžil na dvacet použitelných rozpouštědel. Důležitým ukazatelem pro bezpečnost ve výrobě jsou též R-věty, zajišťující mezinárodní klasifikaci látek s jednou či více nebezpečnými vlastnostmi a S-věty, poskytující standardními pokyny, jak s nebezpečnými látkami bezpečně nakládat.

Všechna organická rozpouštědla se dají podle typu rozdělit do dvou základních skupin na polární a nepochární. Polární rozpouštědla se posléze dělí, podle schopnosti účastnit se protolytických reakcí, na rozpouštědla protická (odštěpují proton) a aprotická (neodštěpují proton). Polarita je důležitá vlastnost v posuzování vlivu rozpouštědel na rozpouštěnou látku. Pro kvantitativní posouzení polarit rozpouštědel je vhodnou charakteristikou dielektrická konstanta [27].

Teplota varu rozpouštědel je z pohledu výrobního procesu velmi důležitým fyzikálním jevem. Teplotě varu je nepřímo úměrná tenze páry. S rostoucím bodem varu tenze páry klesá a s tím vzrůstá doba, po kterou musí být nanosovaná textilie sušena.



Obr. 11 Proces sušení a vytvrzování polymeru [22]

Proces sušení se často kombinuje s vytvrzením nanášeného polymeru. Čas sušicího procesu je těžké odhadnout, jelikož vzniká riziko, že čas potřebný pro sušení nebyl dostatečný nebo naopak příliš dlouhý pro vytvrzení polymeru. Nejvhodnější řešení tohoto problému je vytvrzení polymeru kontrolované pomocí měření teploty tkaniny, a to i přes to, že radiální pyrometry na bezdotykové měření teploty jsou relativně drahé [22]. Pouze poté, co se vypaří všechno organické rozpouštědlo z technické textilie, může dojít ke zvýšení teploty textilie



z teploty varu organického rozpouštědla na definovanou teplotu sušicí komory, při níž dochází k vytvrzení polymeru (obr. 11).

Všechny vzorky sušené v rámci experimentu prošly fází sušení a částečně i fází gelování. Jelikož však nebylo možno teplotu textilie přímo sledovat, byl čas, po který byla textilie v horkovzdušné komoře, pouze odhadován.

Kvalitativní test nebyl prováděn, jestliže bod varu organických rozpouštědel přesáhl teplotu tání BDP. V takovém případě by došlo ke změně fyzikálních vlastností BDP ještě před odpařením organického rozpouštědla v nánosované vrstvě.

### **4.3 Kvalitativní testování rozpustnosti BDP**

Hlavním úkolem tohoto orientačního testu bylo převedení BDP do roztoku s přiměřenou viskozitou. Roztok je definován jako směs dvou a více substancí, má jednotné chemické a fyzikální vlastnosti v celém svém objemu. U každého roztoku existují dvě složky: rozpouštědlo a rozpuštěná látka [24].

#### **4.3.1 Příprava vzorku**

Pro účel experimentu byly do zkumavky odměřeny 3 ml organického rozpouštědla, do něhož byla posléze vložena jedna granulka BDP (obr.12). Pro urychlení postupu rozpouštění byla směs po dobu dvou minut míchána. Po pěti minutách byly zaznamenány první reakce. Všechny preparáty byly uchovány do dalšího dne, kdy se odečetly změny vzniklé v průběhu 20 hodin. Na vzorku byla vyhodnocována tyto kritéria:

- změna barvy granulátu polymeru
- změna barvy organického rozpouštědla
- změna ve velikosti granulátu
- schopnost granulátu rozpustit se v organickém rozpouštědle

Všechny výsledky jsou souhrnně uvedeny v příloze 3

Po získání základního přehledu reakcí biodegradabilních materiálů následovalo vyloučení některých organických rozpouštědel, a tím zúžení vzorku pouze na sedm rozpouštědel, se kterými se dále pracovalo v kvantitativním testu. Vyřazení některých rozpouštědel bylo provedeno z důvodu:

- Rozpouštědla s BDP nereagovala, což byla všechna nepolární rozpouštědla a některá polární.
- Rozpouštědla, která rozpustila BDP jen částečně. Pro dokonalé rozpuštění by bylo zapotřebí delšího časového úseku či mechanického stimulu při rozpouštění.
- U rozpouštědel hrozilo nebezpečí poleptání.

Tato část výzkumu ukázala, že vzorky BDP č. 3, 4, 5 a 6 reagují pouze v polárních aprotických rozpouštědlech. Vzorky BDP č. 2 a 9, které nereagovaly s žádným z testovaných organických rozpouštědel a též BDP č. 8, který reagoval jen částečně s jedním polárním aprotickým rozpouštědlem, byly z výzkumu vyřazeny. Pro snadnější orientaci ve vyřazovaných BDP je v příloze č. 4 uveden názorný graf stádia vyřazení BDP.



*Obr. 12 Kvalitativní experiment*

#### **4.4 Kvantitativní testování**

Cílem kvantitativního testování bylo zjistit nejvyšší možnou koncentraci BDP, která se rozpustí v organickém rozpouštědle určitého objemu a též koncentraci s vyhovující viskozitou pro nánosování na skleněnou destičku a textilii. Při experimentu bylo přihlédnuto i k době rozpouštění.

Nutné bylo počítat s tenzí páry organických rozpouštědel. Pro snížení tenze páry je v určitých případech vhodné použít sloučeniny různých druhů organických rozpouštědel.

Jelikož tyto sloučeniny mohou vykazovat různé chemické reakce (exotermické či endotermické reakce, vzájemná nemísitelnost), je vhodné kombinaci mísitelnosti buďto vyhledat v tabulkách, nebo vyzkoušet empirickým výzkumem s použitím malého množství rozpouštědla.

Kvantitativní testování bylo zahájeno stanovením poměru 1:9 (BDP : organické rozpouštědlo). Důležitým parametrem pro správný výpočet poměru byla hustota organických rozpouštědel.

Výsledné množství BDP bylo vypočítáno pomocí jednoduché rovnice (1):

$$\rho \text{ [g/cm}^3\text{]} \times v \text{ [ml]} \times \frac{\text{zastoupení rozpouštěné látky}[\%]}{100} = m \text{ [g]} \quad (1)$$

$\rho$  ...hustota organického rozpouštědla

$v$  ...množství rozpouštědla

$m$  ...množství rozpouštěné látky

Demonstrativní příklad:

30 ml acetonu      hustota acetonu ...  $\rho = 0,790 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

procentní zastoupení biodegradabilního polymeru ...10%

$$0,79 \times 30 \times \frac{10}{100} = 2,37 \text{ g}$$

Vyhodnocení experimentu probíhalo přibližně po 20 hodinách. Jestliže byl granulát BDP naprosto rozpuštěn, byl vyhotoven nový preparát se zvýšeným poměrem polymeru k rozpouštědlu. Poměr se zvyšoval po deseti procentech. Nedošlo-li k naprostému rozpuštění polymeru, bylo jeho množství v následujícím pokusu sníženo o pět procent.

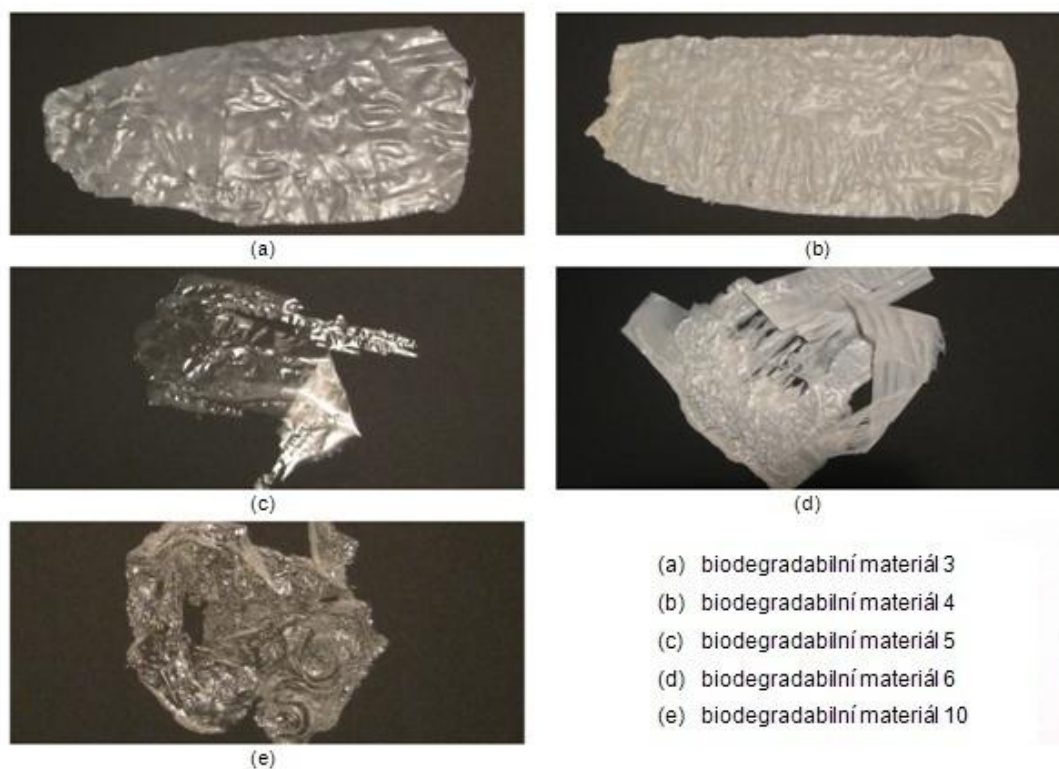
U některých kombinací organických rozpouštědel a BDP bylo dosaženo poměru až 7:3 (granulát polymeru : rozpouštědlo). V těchto případech však byla viskozita získaných roztoků nevhodná pro nánosování na textilní vrstvu. Jako nejvhodnější se jevila hranice 25 – 50% zastoupení BDP.

Tento experiment též zúžil rozsah testovaného vzorku. Ukázalo se, že vzorky BDP č. 1 a 7 jsou pro budoucí použití na nanosování médií pro digitální tisk nevhodná, jelikož nedošlo k jejich naprostému rozpuštění. Vznik suspenze byl pozorován až při kvantitativním testování, neboť bylo použito větší množství BDP. Pro další výzkum tak zbývaly jen vzorky BDP č. 3, 4, 5, 6 a 10.

#### 4.5 Nanosování filmotvorné složky

První část této etapy výzkumu zahrnovala nanášení vzorku BDP na skleněné destičky a hodnocení vzniklého filmu. Při kontrole kvality nanosu je u tradičních polymerů jako např. PVC používána jako podklad kovová destička. Ta se bohužel u pokusů s biodegradabilním materiálem neosvědčila. Preferuje se použití skla nebo voskovaného papíru.

Na skleněnou destičku byl rozpuštěný BDP nanášen v tloušťce 60  $\mu\text{m}$ . Po přibližně 10 minutách, kdy došlo k odpaření organického rozpouštědla, byly vzorky na 2 minuty umístěny do horkovzdušné komory předehřáté na 150  $^{\circ}\text{C}$ . Pro sušení vzorků byla použita laboratorní horkovzdušná komora od Švýcarské firmy MATHIS AG.



*Obr. 13 Hodnocení biodegradabilního filmu*

U všech vzorků se podařilo dosáhnout kompaktního filmu (obr. 13). Film z BDP č. 3 a 4 měl nejlepší vlastnosti. Byl velice pružný, měkký a ohebný. Barevný odstín byl též vyhovující. Film z BDP č. 5 a 6 byl křehčí a méně pružný. Barevný odstín byl však vyhovující. Film z BDP č. 10 byl velmi tvrdý na omak, při ohybu vykazoval lomy. Tento materiál byl pro nevyhovující vlastnosti vyřazen.

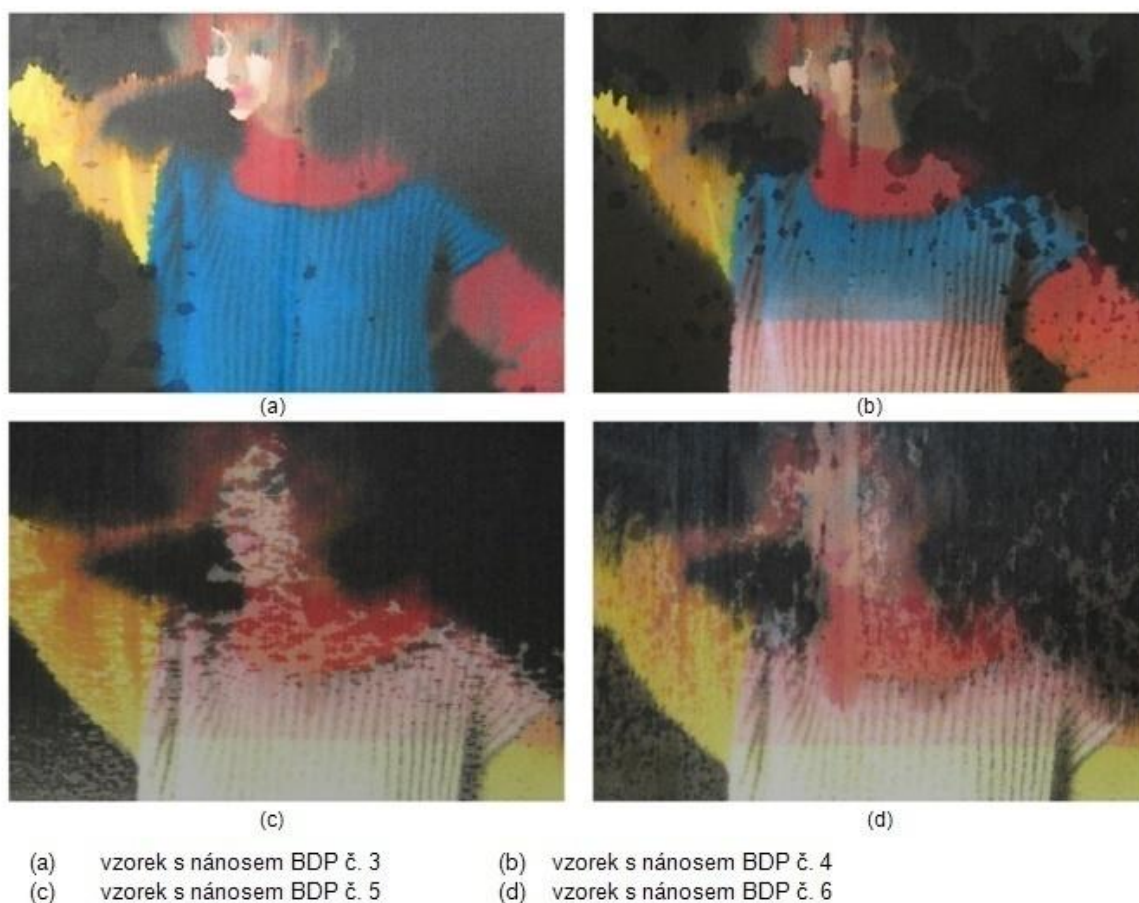
V druhé části tohoto kroku výzkumu bylo přistoupeno k práci s textilním materiálem a to se 100% polyesterovou tkaninou o plošné hmotnosti 60 g/m<sup>2</sup>. Na tuto tkaninu byla nanášena vrstva rozpuštěného BDP. Pro lepší práci s nánosem byla zvolena nižší koncentrace BDP vůči rozpouštědлу. Nejlepší viskozity pro nánosování na textilní podklad bylo dosaženo při koncentraci BDP přibližně mezi 25 – 30 %.

Při prvním pokusu byla nanesena pouze jedna vrstva nánosu, která byla po vypaření organického rozpouštědla sušena po dobu dvou minut při teplotě 150 °C. Prvním pokusem prošly vzorky BDP č. 3, 4, 5 a 6. Všechny čtyři vzorky měly vyhovující vlastnosti a mohly být postoupeny k digitálnímu tisku.

## 4.6 Digitální tisk

Poslední fází v experimentu byl digitální tisk. Tisk probíhal na laboratorní digitální tiskárně Seiko SII Color Painter 64S. Pro tento druh tisku jsou využívány inkousty na bázi organických rozpouštědel. Jak se ukázalo hned u prvního pokusu, nebyla jednoduchá vrstva nánosu BDP dostačující. Nános se pod vlivem inkoustů na bázi organických rozpouštědel poškodil. Jestliže nezůstane nános polymeru jednotný, rozpije se barvivo do jednotlivých přízí a kontury tištěného obrázku jsou poškozeny (obr. 14).

Po zhodnocení prvního pokusu nánosování a digitálního tisku BDP se dospělo k těmto výsledkům. Vzorky BDP č. 3 a 4 mají podstatně lepší odolnost vůči inkoustům na bázi organických rozpouštědel, a tedy i výsledný obrázek vypadá lépe.



*Obr. 14 Digitální tisk na textilie nánosované jednou vrstvou BDP*

Pro další pokus však ještě od BDP č. 5 a 6 nebylo upuštěno. Cílem dalšího pokusu bylo vytvořit silnější vrstvu nánosu BDP, čímž by se zamezilo proniknutí barviva do vnitřní struktury nosné textilie.

Naneseno bylo šest vrstev BDP. Každá z jednotlivých vrstev polymeru byla nejdříve sušena. Zamezilo se tím vzniku nerovností povrchu. Jestliže probíhá sušení u vrstvy větší tloušťky, dochází k pronikání odpařovaného organického rozpouštědla vrstvou a k vytváření charakteristických bublinek na povrchu nánosu. Tyto nerovnosti pak nepříznivě ovlivňují kvalitu tisku.

Po nanesení šesti vrstev byla měřena plošná hmotnost všech textilií. Plošná hmotnost vzorku s nánosem BDP č. 3 byla  $160\text{g/m}^2$ , vzorku s nánosem BDP č. 4  $170\text{g/m}^2$ , vzorku s nánosem BDP č. 5  $125\text{g/m}^2$  a u vzorku s nánosem BDP č. 6  $130\text{g/m}^2$ .



Na všechny vzorky se znovu zkoušel digitální tisk (obr. 15). U vzorku s nánosem BDP č. 3 a 4 došlo k výraznému zlepšení, kdežto u vzorku s nánosem BDP č. 5 a 6 byl výsledek téměř srovnatelný s prvním pokusem, kde byla aplikována pouze jedna vrstva. Pro další pokusy byly proto vzorky BDP č. 5 a 6 vyřazeny.



*Obr. 15 Digitální tisk na textilie nánosované šesti vrstvami BDP*

Cílem všech dalších pokusů bylo vylepšit vlastnosti tištěného obrázku pouze u vzorků s nánosem BDP č. 3 a 4. Snahou bylo vylepšit kontury, to znamená zabránit rozpíjení inkoustu do nosné textilie. Barvy tištěných obrázků byly vyhovující. Bohužel ani jeden z následujících pokusů nezlepšil kvalitu výsledného tisku obrázku. Pro zlepšení výsledné kvality tisku bylo experimentováno s:

- pigmentem oxidu titaničitého ( $\text{TiO}_2$ ), přidaného do roztoku BDP před nánosováním,
- gelem kyseliny křemičité (SYLOID® W300 a SYLOID® OK 412), přidaného do roztoku BDP též před nánosováním.

## **5 DISKUZE A DOPORUČENÍ DO BUDOUČNA**

Získání většího množství BDP nebylo i přes velké množství oslovených firem ve vymezeném časovém horizontu možné. Deset vzorků však pro základní uvedení do problematiky a její pochopení dostačovalo.

Pro jakýkoli budoucí výzkum v této oblasti by bylo vhodné znovu analyzovat velice dynamicky se rozvíjející trh s BDP, stejně jako se pokusit získat větší množství vhodných polymerů.

Další možností by byla přímá spolupráce s výrobcí BDP na výrobě polymeru s požadovanými vlastnostmi.

V rámci výzkumu nebylo možno prověřit všechna na trhu dostupná rozpouštědla. Stejně jako u BDP se pracovalo s reprezentativním vzorkem. Experiment však ukázal, že k rozpuštění BDP dochází u polárních aprotických rozpouštědel, na něž by se měl v budoucnu další výzkum zaměřit.

Zvyšování koncentrace BDP znamená zvyšování viskozity roztoku. Vyšší obsah polymeru též znamená prodloužení času rozpouštění. Delší doba rozpouštění zkresluje výsledky výzkumu, jelikož nelze zabránit tenzi páry organických rozpouštědel. Optimální poměr mezi BDP a rozpouštědlem je tedy velice důležitý. Z našeho experimentu vyplývá, že vhodné množství BDP se pohybuje mezi 25 – 50%.

Nánosováním prvně pouze na nosný podklad a posléze na textilií se podařilo vytvořit kompaktní film. Tento film byl svojí strukturou vhodný pro tisk, bohužel nevykazoval potřebnou odolnost proti působení solventních inkoustů. Otázkou pro další výzkumy zůstává nalezení vhodného aditiva BDP, které by zaručilo odolnost polymeru vůči inkoustům digitálních tiskáren.



## ZÁVĚR

Technické textilie jsou relativně mladým a velice zajímavým odvětvím textilního průmyslu. Často si ani neuvědomujeme, že nás obklopují doslova na každém kroku. Jednou z oblastí technických textilií jsou i textilie pro reklamní digitální tisk. Jejich uplatnění je široké a poptávka stále roste. Uspěť na trhu proto znamená jejich trvalou inovaci.

Technické textilie pro reklamní digitální tisk jsou nánosované převážně polymery, jejichž životnost přesahuje desetiletí, čímž vzniká rozpor mezi krátkou dobou užití a životností polymeru. Výzkum a vývoj se proto v poslední době zaměřuje právě na nalezení řešení tohoto problému. Každý z evropských výrobců řeší tuto problematiku rozdílně. Někdo dává přednost recyklaci, jiní se zaměřují na změnu nánosovaného polymeru.

Recyklace sama o sobě není špatným řešením. V dnešní době již existují technologie, jak technické textilie pro reklamní digitální tisk, a to i přes to, že jsou tištěné, recyklovat. Otázkou však zůstává, zdali každý spotřebitel, tedy převážně reklamní agentury, bude ochoten zapojit se do procesu recyklace, a taktéž budou-li recyklační linky schopny zvládat v budoucnu nárůst množství těchto textilií.

Změna nánosovaného polymeru může nevýhodám recyklace předejít. Dnes nejčastěji používané polymery (PVC, PU, PC) by v budoucnu mohly být nahrazeny polymery biologicky rozložitelnými.

Tímto směrem se ubírá i společnost Verseidag Indutex GmbH. Výzkum v této společnosti byl podkladem pro praktickou část této bakalářské práce.

Výzkum byl časově velice náročný, jelikož v této oblasti neexistují žádná data, měření či zkušenosti, z kterých by se dalo vycházet. Na druhou stranu byl však výzkum, právě pro svoji jedinečnost, plně otevřen podnětům a nápadům výzkumných pracovníků.

Výzkum přinesl až překvapivě pozitivní výsledky. Ukázalo se, že biodegradabilní polymer je nejen rozpustitelný v organických rozpouštědlech, ale dá se z něho vytvořit i kompaktní nános na technickou textilií vyhovující ve fyzikálních i mechanických vlastnostech stejně jako nános z tradičních polymerů (PVC, PU, PC). Vzorčky s biodegradabilním polymerem byly tištěny na laboratorní tiskárně. Barevně byl tisk naprosto vyhovující, avšak kontury potřebovaly vylepšit. Tato část výzkumu, stejně jako uvedení reklamních textilií s biodegradabilním nánosem na trh je nadále v řešení.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Averous L. *Biodegradable polyesters: PLA, PCL, PHA...* [online]. May 2007, [cit. 2008-08-18]. Dostupné z: <<http://www.biodeg.net/bioplastic.html>>.
- [2] Bastioli C.: *Handbook of Biodegradable Polymers*. 1. vyd. Rapra Technology Ltd, Shrewsbury 2005. ISBN 978-1-85957-389-1
- [3] Bidoki S.M. et. al. Eco-efficiency Analysis of Textile Coating Materials. *Journal of the Iranian Chemical Society*, Vol. 3, No. 4, December 2006, s. 351-359.
- [4] *Biodegradable Plastics – Development and Environmental Impacts* [online]. October, 2002, [cit. 2008-08-15]. Dostupné z: <<http://www.environment.gov.au/settlements/publications/waste/degradables/biodegradable/pubs/biodegradable.pdf>>.
- [5] Biodegradovatelné polymery v obalové technice. *Obal a věda* [online]. 2005 [cit.2009-01-19]. Dostupné z: <[http://www.packaging-cz.cz/pdf/2004\\_06/Packaging\\_06\\_04-6.pdf](http://www.packaging-cz.cz/pdf/2004_06/Packaging_06_04-6.pdf)>
- [6] Blackburn R.S.: *Biodegradable and Sustainable Fibres*. 1. vyd. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge 2005. ISBN 1-85573-916-X
- [7] Bluma A. Plasty budoucnosti. *Ekonom*, 2008, ročník, číslo 49, s. 52-53. ISSN: 1210-0714
- [8] Ducháček V.: *Polymery - výroba, vlastnosti, zpracování, použití*. 2. vyd. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha 2006. ISBN 80-7080-617-6
- [9] *European Bioplastics FAQ paper on bioplastics* [online]. last update January 23<sup>rd</sup>, 2009 [cit. 2009-02-13]. Dostupné z: <<http://www.european-bioplastics.org/index.php?id=191>>.
- [10] *FREITAG - HOME* [online]. [cit. 2009-04-18]. Dostupné z: <<http://www.freitag.ch/shop/FREITAG/page/frontpage/detail.jsf>>.
- [11] *FREITAG – Production* [online]. [cit. 2009-04-20]. Dostupné z: <[http://www.freitag.ch/shop/FREITAG/page/production\\_page/detail.jsf](http://www.freitag.ch/shop/FREITAG/page/production_page/detail.jsf)>
- [12] Gross A.R.-Kalra B. Biodegradable Polymers for the Environment. *Science* [online]. 2002, vol. 297, iss. 5582. [cit. 2009-03-16]. Dostupné z <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/297/5582/803>>.ISSN 1095-9203.
- [13] Horrocks A.R. – Anand S.C.: *Handbook of Technical Textiles*. 1. vyd. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge 2000. ISBN 1-85573-385-4

- [14] Chrpová E.-Stránský M.: *Technologie výroby plošných textilií: Netkané textilie*. Liberec, 2000. Učební texty pro bakalářská studia
- [15] Kryštůfek J. et. al.: *Zušlechťování textilií*. Liberec, 2002. Učební text
- [16] Mahonty A.K. et. al.: *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*. 1. vyd. CRC Press, Boca Raton 2005. ISBN 0-8493-1741-X.
- [17] Militký J.: *Technické textilie: vybrané kapitoly*. 1. vyd. Technická univerzita v Liberci, Liberec 2002. ISBN 80-7083-590-7
- [18] Platt D. K.: *Biodegradable Polymers: Market Report*. 1. vyd. Rapra Technology Ltd, Shrewsbury 2006. ISBN 978-1-85957-519-2
- [19] *Polyhydroxyalkanoáty – Přirozeně odbouratelné plasty* [online]. 13.7.2007, [cit. 2009-03-08]. Dostupné z: <<http://www.gate2biotech.cz/polyhydroxyalkanoaty-prorozene-odbouratelne-plasty/>>.
- [20] *PVC: The Poison Plastic* [online]. [cit.2009-04-25]. Dostupné z: <<http://www.besafenet.com/pvc/about.htm>>.
- [21] Shah A. A. et al. Biological degradation of plastics: A comprehensive review. *Biotechnology Advanced*, May-June 2008, vol. 26, no. 3, s. 246-265. ISSN: 0734-9750
- [22] Schindler W.D. – Hauser P.J.: *Chemical Finishing of Textiles*. 1. vyd. Woodhead Publishing Ltd, Cambridge 2004. ISBN 1-85573-905-4
- [23] Stockkamp H. *SeemeeMasterPresentation\_engl\_June2008*. [presentace]. Krefeld: 2008. Verseidag Indutex GmbH.
- [24] Šišperová M. Organická rozpouštědla a možnosti jejich zpracování. *MM Průmyslové spektrum*[online]. 2007, roč 10, č.4 [cit. 2009-02-16] Dostupné z <<http://www.mmspektrum.com/clanek/organicka-rozpoustedla-a-moznosti-jejich-zpracovani>>.
- [25] *Tavaux PVC Recycling Project - Chemicals Technology* [online]. c2009 [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <<http://www.chemicals-technology.com/projects/tavaux/>>.
- [26] *Texyloop* [online]. [cit. 2009-03-20]. Dostupné z: <<http://www.texyloop.com/internet/gb/procede.php>>.
- [27] Vícha R. *Názvoslovní organické chemie* [online]. [cit. 2009-04-25]. Dostupné z: <[www.chemie.utb.cz/rvicha/SOC/supportfiles/DOCS/halogenderivaty.doc](http://www.chemie.utb.cz/rvicha/SOC/supportfiles/DOCS/halogenderivaty.doc)>.

## PŘÍLOHY

### Příloha 1: Výrobci nánosovaných textilií s největším podílem na evropském trhu

| Země               | Společnost                           | Konkurenční výhoda na trhu                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Belgie</b>      | Sioen Industries nv                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- 'green' side – ekologické zaměření do budoucna – převážně na recyklovatelnost produktů</li> <li>- ISO 9001<sup>*</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Německo</b>     | Georg+Otto Friedrich                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Přední výrobce pletenin pro digitální tisk</li> <li>- Oeko-Tex Standard 100<sup>**</sup></li> <li>- ISO 9001<sup>*</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                             |
|                    | Julius Heywinkel GmbH                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nabídka alternativních produktů bez PVC</li> <li>- Vyvarování se využívání těžkých kovů, pesticidů a karcinogenních barviv</li> <li>- ISO 14001<sup>***</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                        |
|                    | Mehler Technologies                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Účast na externích recyklačních systémech (IVK, EPCoat, Vinyl 2010)</li> <li>- Snaha o udržitelnou produkci</li> <li>- Dodržování Evropské směrnice REACH</li> </ul>                                                                                                                                                                                            |
|                    | Neschen AG                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Využití bavlněných přízí k výrobě textilií pro digitální tisk</li> <li>- ISO 9001<sup>*</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                    | Verseidag Indutex GmbH               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Suroviny získávané pouze na evropském, vysoce regulovaném trhu.</li> <li>- Nabídka produktů bez PVC</li> <li>- UL bezpečnostní značení</li> <li>- Oeko-Tex Standard 100<sup>**</sup></li> <li>- ISO 9001<sup>*</sup></li> <li>- ISO 14001<sup>***</sup></li> <li>- V budoucnu využití biopolymerů a dosažení standardů podle Evropské směrnice REACH</li> </ul> |
| <b>Portugalsko</b> | Endutex – Revestimentos Têxteis S.A. | <ul style="list-style-type: none"> <li>- ISO 9001<sup>*</sup></li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

<sup>\*</sup> Systémy managementu jakosti

<sup>\*\*</sup> Produkty testovány na zdraví škodlivé složky – možnost využívat ochrannou známku Oeko-Tex

<sup>\*\*\*</sup> Systémy environmentálního managementu

**Příloha 2: Výrobci biodegradabilních polymerů**

| <b>Země:</b>      | <b>Společnost:</b>           | <b>Obchodní<br/>název:</b>       | <b>Chemické<br/>složení:</b>             | <b>Internetová adresa:</b> |
|-------------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Austrálie</b>  | Plantic Technologies Limited | Plantic                          | Škrob                                    | www.plantic.com.au         |
| <b>Finsko</b>     | VTT                          | Cohpol                           | Škrob,<br>celulóza                       | www.vtt.fi                 |
| <b>Francie</b>    | Vegeplast S.A.S              | Vegeflex<br>Vegemat              | Škrob                                    | www.vegeplast.com          |
| <b>Itálie</b>     | Novamont S.p.A.              | Mater-Bi                         | Škrob                                    | www.materbi.com            |
| <b>Japonsko</b>   | Japan Corn Starch Co., Ltd   | Evercorn                         | Škrob                                    | www.japan-cornstarch.com   |
|                   | Mitsubishi Chemicals         | Fozeas                           | PLA, PBS                                 | www.apco-c.co.jp           |
|                   | Mitsui Chemicals, Inc.       | Lacea                            | PLA                                      | www.mitsuichem.com         |
|                   | NEC                          | ---                              | PLA                                      | www.nec.com                |
|                   | Showa Highpolymer Co., Ltd   | Bionolle                         | PBS                                      | www.shp.co.jp              |
| <b>Německo</b>    | Barlog plastics GmbH         | Kebacomp                         | PLA                                      | www.barlogplastics.de      |
|                   | Biomer                       | Biomer                           | PHB                                      | www.biomer.de              |
|                   | BIOP                         | Biopar                           | Škrob                                    | www.biopag.de              |
|                   | Biotec                       | Biopast                          | PLA                                      | www.biotec.de              |
|                   | FKUR                         | Bio-Flex<br>Biograde<br>Fibrolon | PLA, Celulóza                            | www.fkur.de                |
| <b>Nizozemsko</b> | Hycail BV                    | Hycail                           | PLA                                      | ---                        |
|                   | Rodenburg Biopolymers B.V.   | Solanyl                          | PLA                                      | www.biopolymers.nl         |
| <b>Švýcarsko</b>  | Sukano Polymers              | Sukano                           | PLA                                      | www.sukano.com             |
| <b>USA</b>        | Cereplast                    | Cereplast                        | Škrob                                    | www.cereplast.com          |
|                   | DuPont                       | Cerenol                          | Bio-PDO™                                 | www.dupont.com             |
|                   | Durect                       | Lactel                           | PLA, PCL                                 | www.absorbables.com        |
|                   | Eastman                      | Eastar bio                       | poly(butadiene adipate-co-terephthalate) | www.eastman.com            |
|                   | Telles                       | Mirel                            | PHA                                      | www.mirelplastics.com      |
|                   | MGP Ingredients, Inc.        | Trratek                          | Škrob                                    | www.mgpingredients.com     |
|                   | NatureWorks LLC              | NatureWorks                      | PLA                                      | www.natureworkslc.com      |
|                   | StarchTech, Inc.             | ReNEW                            | Škrob                                    | www.starchtech.com         |
|                   | Union Carbide                | Tone                             | PCL                                      | www.ucarbide.com           |

**Příloha 3: Výsledky kvalitativního testování***Změna barvy rozpouštědla a rozpouštěné látky po 5 minutách*

| ORGANICKÉ<br>ROZPOUŠTĚDLO | Typ               | ROZPOUŠTĚNÁ LÁTKA |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           |                   | 1                 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| A                         | polární/protické  | w                 | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | w   |
| B                         | polární/protické  | w                 | Ø   | asd | w   | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| C                         | polární/protické  | w                 | asd | asd | w   | asd | asd | asd | w   | asd | asd |
| D                         | polární/protické  | w                 | asd | asd | asd | asd | asd | w   | w   | asd | asd |
| E                         | polární/aprotické | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| F                         | polární/aprotické | w                 | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| G                         | polární/aprotické | w                 | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| H                         | polární/aprotické | w                 | asd | asd | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| I                         | polární/aprotické | W                 | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| J                         | polární/aprotické | w                 | asd | asd | w   | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| K                         | polární/aprotické | w                 | asd | tr  | Ww  | tr  | asd | asd | asd | asd | tr  |
| L                         | polární           | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | w   | asd | w   |
| M                         | polární           | asd               | Ø   | asd | asd | tr  | asd | asd | asd | asd | asd |
| N                         | polární           | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| O                         | nepolární         | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| P                         | nepolární         | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| Q                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| R                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| S                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| T                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| U                         | polární/protické  | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| V                         | polární/protické  | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| W                         | polární/aprotické | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| X                         | polární           | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Y                         | polární           | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Z                         | nepolární         | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |

| Barva         | Rozpouštědlo                                                               | Rozpouštěná látka |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| bílá          | W                                                                          | w                 |
| žádná změna   | asd                                                                        |                   |
| transparentní | tr                                                                         |                   |
| Ø             | Neměřeno jelikož bod varu rozpouštědla přesáhl bod tání rozpouštěné látky  |                   |
| —             | Neměřeno z důvodu, že organické rozpouštědlo je klasifikováno jako toxické |                   |

## Změna velikosti granulky BDP po 5 minutách

| ORGANICKÉ<br>ROZPOUŠTĚDLO | Typ               | ROZPOUŠTĚNÁ LÁTKA |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------|-------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                           |                   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A                         | polární/protické  | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| B                         | polární/protické  | X                 | Ø | X | X | L | X | X | L | X | X  |
| C                         | polární/protické  | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| D                         | polární/protické  | X                 | X | X | L | X | X | X | X | X | X  |
| E                         | polární/aprotické | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| F                         | polární/aprotické | X                 | L | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| G                         | polární/aprotické | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| H                         | polární/aprotické | X                 | L | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| I                         | polární/aprotické | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| J                         | polární/aprotické | L                 | X | X | L | X | X | X | X | X | L  |
| K                         | polární/aprotické | L                 | L | X | X | X | L | X | L | L | L  |
| L                         | polární           | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| M                         | polární           | X                 | Ø | X | X | X | X | L | X | X | X  |
| N                         | polární           | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| O                         | nepolární         | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| P                         | nepolární         | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| Q                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| R                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| S                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| T                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| U                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| V                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| W                         | polární/aprotické | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| X                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Y                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Z                         | nepolární         | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |

| Změna velikosti |                                                                            |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Znatelná        | A                                                                          |
| Malá            | L                                                                          |
| Žádná           | X                                                                          |
| Ø               | Neměřeno jelikož bod varu rozpouštěla přesáhl bod tání rozpouštěné látky   |
| —               | Neměřeno z důvodu, že organické rozpouštědlo je klasifikováno jako toxické |

## Reakce BDP s organickým rozpouštědlem po 5 minutách

| ORGANICKÉ<br>ROZPOUŠTĚDLO | Typ               | ROZPOUŠTĚNÁ LÁTKA |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------|-------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                           |                   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A                         | polární/protické  | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| B                         | polární/protické  | N                 | Ø | N | N | N | H | N | N | N | N  |
| C                         | polární/protické  | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| D                         | polární/protické  | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| E                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| F                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | H | H | N | N | N | H  |
| G                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | N | H | N | N | N | H  |
| H                         | polární/aprotické | N                 | H | N | N | N | H | N | N | N | N  |
| I                         | polární/aprotické | H                 | N | H | H | N | N | N | C | N | H  |
| J                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | N | H | N | N | N | N  |
| K                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | N | N | N | H | N | H  |
| L                         | polární           | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| M                         | polární           | N                 | Ø | N | H | N | N | N | N | N | N  |
| N                         | polární           | N                 | N | N | N | H | N | N | N | N | N  |
| O                         | nepolární         | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| P                         | nepolární         | N                 | Ø | N | N | H | N | N | N | N | H  |
| Q                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| R                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| S                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| T                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| U                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| V                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| W                         | polární/aprotické | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| X                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Y                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Z                         | nepolární         | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |

| Reakce           |   |
|------------------|---|
| ZCELA ROZPUŠTĚNO | C |
| NAPŮL ROZPUŠTĚNO | H |
| NEROZPUŠTĚNO     | N |

|   |                                                                            |
|---|----------------------------------------------------------------------------|
| Ø | Neměřeno jelikož bod varu rozpouštědla přesáhl bod tání rozpouštěné látky  |
| — | Neměřeno z důvodu, že organické rozpouštědlo je klasifikováno jako toxické |



*Změna barvy rozpouštědla a rozpouštěné látky po 20 hodinách*

| ORGANICKÉ<br>ROZPOUŠTĚDLO | Typ               | ROZPOUŠTĚNÁ LÁTKA |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           |                   | 1                 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| A                         | polární/protické  | tr                | Ø   | asd | w   | asd | asd | w   | w   | w   | w   |
| B                         | polární/protické  | asd               | Ø   | w   | asd | asd | W   | asd | w   | asd | w   |
| C                         | polární/protické  | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| D                         | polární/protické  | w                 | asd | asd | tr  | tr  | asd | asd | asd | asd | tr  |
| E                         | polární/aprotické | asd               | asd | asd | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| F                         | polární/aprotické | asd               | asd | asd | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| G                         | polární/aprotické | asd               | asd | asd | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| H                         | polární/aprotické | tr                | asd | asd | asd | asd | W   | asd | w   | asd | asd |
| I                         | polární/aprotické | asd               | W   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | W   | asd |
| J                         | polární/aprotické | w                 | asd | asd | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd |
| K                         | polární/aprotické | asd               | asd | asd | W   | asd | asd | asd | asd | W   | asd |
| L                         | polární           | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| M                         | polární           | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| N                         | polární           | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| O                         | nepolární         | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| P                         | nepolární         | asd               | Ø   | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| Q                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| R                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| S                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| T                         | nepolární         | asd               | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd | asd |
| U                         | polární/protické  | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| V                         | polární/protické  | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| W                         | polární/aprotické | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| X                         | polární           | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Y                         | polární           | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |
| Z                         | nepolární         | —                 | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   | —   |

| Barva         | Rozpouštědlo                                                               | Rozpouštěná látka |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| bílá          | w                                                                          | w                 |
| žádná změna   | asd                                                                        |                   |
| transparentní | tr                                                                         |                   |
| Ø             | Neměřeno jelikož bod varu rozpouštědla přesáhl bod tání rozpouštěné látky  |                   |
| —             | Neměřeno z důvodu, že organické rozpouštědlo je klasifikováno jako toxické |                   |

## Změna velikosti granulky BDP po 20 hodinách

| ORGANICKÉ<br>ROZPOUŠTĚDLO | Typ               | ROZPOUŠTĚNÁ LÁTKA |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------|-------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                           |                   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A                         | polární/protické  | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| B                         | polární/protické  | X                 | Ø | A | X | X | X | X | A | A | A  |
| C                         | polární/protické  | L                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| D                         | polární/protické  | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| E                         | polární/aprotické | X                 | A | X | X | X | X | X | X | A | A  |
| F                         | polární/aprotické | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | A  |
| G                         | polární/aprotické | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | A  |
| H                         | polární/aprotické | A                 | A | A | A | X | X | X | L | A | X  |
| I                         | polární/aprotické | X                 | L | X | X | X | X | X | X | A | X  |
| J                         | polární/aprotické | L                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| K                         | polární/aprotické | X                 | L | X | X | X | X | X | X | A | X  |
| L                         | polární           | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | A  |
| M                         | polární           | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | A  |
| N                         | polární           | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| O                         | nepolární         | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| P                         | nepolární         | X                 | Ø | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| Q                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| R                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| S                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| T                         | nepolární         | X                 | X | X | X | X | X | X | X | X | X  |
| U                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| V                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| W                         | polární/aprotické | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| X                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Y                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Z                         | nepolární         | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |

| Změna velikosti |                                                                            |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Znatelná        | A                                                                          |
| Malá            | L                                                                          |
| Žádná           | X                                                                          |
| Ø               | Neměřeno jelikož bod varu rozpouštědla přesáhl bod tání rozpouštěné látky  |
| —               | Neměřeno z důvodu, že organické rozpouštědlo je klasifikováno jako toxické |

## Reakce BDP s organickým rozpouštědlem po 20 hodinách

| ORGANICKÉ<br>ROZPOUŠTĚDLO | Typ               | ROZPOUŠTĚNÁ LÁTKA |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|---------------------------|-------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|                           |                   | 1                 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| A                         | polární/protické  | H                 | Ø | H | H | N | H | N | N | N | N  |
| B                         | polární/protické  | N                 | Ø | N | N | H | H | N | N | N | N  |
| C                         | polární/protické  | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| D                         | polární/protické  | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| E                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | N | C | N | N | N | N  |
| F                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | C | C | N | N | N | H  |
| G                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | C | C | N | N | N | H  |
| H                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | C | C | N | N | N | C  |
| I                         | polární/aprotické | C                 | H | C | C | N | C | C | C | H | C  |
| J                         | polární/aprotické | N                 | N | N | N | C | C | N | N | N | H  |
| K                         | polární/aprotické | C                 | N | C | C | C | C | N | C | H | C  |
| L                         | polární           | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| M                         | polární           | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | H  |
| N                         | polární           | N                 | N | N | N | H | N | N | N | N | N  |
| O                         | nepolární         | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| P                         | nepolární         | N                 | Ø | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| Q                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| R                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| S                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| T                         | nepolární         | N                 | N | N | N | N | N | N | N | N | N  |
| U                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| V                         | polární/protické  | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| W                         | polární/aprotické | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| X                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Y                         | polární           | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |
| Z                         | nepolární         | —                 | — | — | — | — | — | — | — | — | —  |

| Reakce           |   |
|------------------|---|
| ZCELA ROZPUŠTĚNO | C |
| NAPŮL ROZPUŠTĚNO | H |
| NEROZPUŠTĚNO     | N |

|   |                                                                            |
|---|----------------------------------------------------------------------------|
| Ø | Neměřeno jelikož bod varu rozpouštědla přesáhl bod tání rozpouštěné látky  |
| — | Neměřeno z důvodu, že organické rozpouštědlo je klasifikováno jako toxické |

Příloha 4: Stádia vyřazení BDP

